

Mihai Băsoiu

Editura Tehnică

# Recepția TV la mare distanță

[illegible]

**Nr. 150**



EDITURA TEHNICĂ  
BUCUREȘTI — 1989

## PREFAȚA

Ideea acestei lucrări a apărut în contextul în care numărul amatorilor de recepție TV la mare și foarte mare distanță a crescut semnificativ în ultima vreme, atât pe plan mondial cit și național.

Această nouă pasiune are la bază atât setea de informație caracteristică secolului cit și dorința amatorilor de a obține performanțe din ce în ce mai bune în acest domeniu. Consecința este că un număr din ce în ce mai mare de oameni, de diferite profesii, devin amatori de recepție la mare distanță, cu atât mai mult, cu cit în acest domeniu profesioniștii propriu-ziși sint în număr restrins. Ca o consecință imediată a eterogenității amatorilor de recepție TV la mare și foarte mare distanță este apariția unui bogat „folclor“ în domeniu.

Plecînd de la aceste realități, autorul a căutat ca în lucrare să clarifice o serie de probleme de principiu cit și o serie de probleme practice legate de recepția TV la mare distanță.

În lucrare autorul a urmărit trei obiective:

- lămurirea unor principii și considerente teoretice care stau la baza recepției TV la mare distanță;
- prezentarea noutăților în domeniu;
- recomandări practice necesare amatorilor de recepție TV la mare distanță.

Pentru a „obliga“ amatorul să înțeleagă fenomenul în totalitatea lui, autorul a urmărit asigurarea unei anumite continuități a lucrării făcînd multiple referiri între diferitele capitole, în așa fel ca pentru o înțelegere completă să fie necesară parcurgerea întregii, sau aproape a întregii lucrări.

Autorul consideră că lucrarea poate fi utilă unui număr foarte mare de amatori de recepție TV la mare distanță de diferite nivele de pregătire, cu mențiunea că partea de recomandări practice de construcții de instalații de recepție trebuie să fie abordată diferențiat de către amatori, instalațiile mai complexe urmînd să fie abordate numai de către amatorii cu experiență în domeniu.

AUTORUL

## CUPRINS

Prefața .....	3
<b>1. Noțiuni generale de televiziune .....</b>	<b>5</b>
1.1. Lanțul de televiziune .....	5
1.2. Explorarea imaginii .....	6
1.3. Semnalul video complex .....	7
1.4. Transmisia TV a imaginilor în culori .....	9
1.5. Benzile de frecvență afectate transmisiilor de televiziune pentru marele public .....	10
1.6. Normele de televiziune .....	10
1.7. Receptorul de televiziune .....	16
1.8. Parametrii tehnici care caracterizează receptorul de televiziune .....	17
<b>2. Specificul recepției la mare distanță .....</b>	<b>21</b>
2.1. Zgomotul lanțului de televiziune .....	21
2.2. Propagarea undelor electromagnetice la mare distanță .....	26
2.3. Instalația de recepție TV la mare distanță .....	30
2.4. Recepția TV multinormă .....	36
<b>3. Dispozitive și montaje electronice care compun o instalație de recepție TV la mare distanță .....</b>	<b>37</b>
3.1. Antene de recepție TV la mare distanță pentru gamele FIF și UIF .....	37
3.2. Amplificatoare de antenă .....	56
3.3. Convertoare de canal TV .....	78
3.4. Filtre de selectivitate .....	86
3.5. Circuite de însumare și distribuire a semnalelor .....	95
3.6. Circuite de rejectare a semnalelor perturbatoare .....	95
3.7. Receptorul de TV .....	103
<b>4. Realizarea și exploatarea instalațiilor de recepție TV la mare distanță .....</b>	<b>111</b>
4.1. Bilanțul energetic (de tensiuni) în lanțul instalației de recepție TV .....	111
4.2. Instalație de bandă largă pentru recepția TV la mare distanță .....	114
4.3. Instalație de recepție la mare distanță pentru un canal TV .....	117
4.4. Instalații tipice de recepție TV la mare distanță .....	118
4.5. Recomandări practice .....	124
<b>5. Recepția emisiunilor TV radiodifuzate la sateliți .....</b>	<b>132</b>
5.1. Parametrii tehnici ai transmisiilor TV prin satelit .....	132
5.2. Modulația folosită în transmisia prin satelit .....	134
5.3. Situația actuală a transmisiilor TV prin satelit .....	139
5.4. Instalația terestră de recepție a emisiunilor TV transmise de pe sateliți geostaționari .....	141
Anexe: Tabele și monograme uzuale .....	151
Bibliografie .....	167



# 1.

## Noțiuni generale de televiziune

Deși lucrarea se adresează amatorilor de recepție TV la mare distanță despre care se presupune că au cunoștințe tehnice avansate despre transmisia TV în general, și despre recepția TV în special, autorul consideră că este totuși necesară reamintirea unor noțiuni de tehnică TV a căror cunoaștere condiționează înțelegerea capitolelor următoare ale lucrării.

Prin transmisie TV (de televiziune) se înțelege transmiterea la distanță a imaginii (și sunetului). În decursul timpului, în lume au fost imaginate mai multe moduri de transmitere a imaginii însă această lucrare se va ocupa numai de transmisia radiodifuzată destinată (și accesibilă) marelui public.

De asemenea, în lucrare vor fi abordate în principal aspectele legate de televiziunea radiodifuzată în gamele FIF (metrice) și UIF (decimetrice), transmisă de către stațiile terestre.

Recepția emisiunilor TV transmise de pe satelit în SIF (supra înaltă frecvență, SHF în lb. engleză) va face obiectul unui capitol separat, capitolul 5, ea prezentând un caracter de noutate și deci fiind mai puțin cunoscută (și accesibilă) amatorilor de recepție TV la mare distanță

### 1.1. Lanțul de televiziune

Suportul material al unei transmisii de televiziune este lanțul TV. Prin intermediul lui se asigură „transportul” imaginii (și sunetului) la distanță.

Schema bloc cea mai simplificată a unui lanț TV este dată în fig.1.1.

Imaginea care urmează să fie transmisă este captată de un sistem optic și prin intermediul unui traductor opto-electronic informația asupra strălucirii

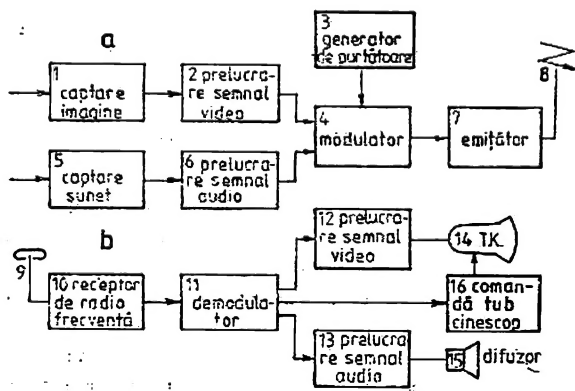


Fig. 1.1. Schema simplificată a lanțului de TV:

a) — emițătorul  
b) — receptorul

este transformată într-un semnal electric (1), video semnalul. Acesta reprezintă în continuare „imaginea” care trebuie transmisă la distanță. Video semnalul suportă o serie de prelucrări necesare transmisiei (2) apoi este folosit pentru modularea (4) a unei purtătoare de radio-frecvență (3).

O prelucrare asemănătoare o suportă și informația de sunet. Sunetul este captat (5) și prin intermediul unui traductor audio electric (microfon) este transformat în semnal electric, numit semnal de audio frecvență, sau audio-semnal. Acesta este prelucrat la rândul său (6) și aplicat odată cu videosemnalul etajului modulator (4).

După modularea purtătoarei cu cele două semnale, video și audio, semnalul de radiofrecvență modulat, rezultat este transmis la emițătorul TV (7) care după ce îl ridică la nivelul necesar, prin intermediul antenei de emisie (8) îl transmite în spațiu sub formă de unde electromagnetice.

Toată această parte a lanțului de TV începînd cu captarea imaginii și sunetului și terminînd cu emițerea purtătoarei de semnal modulată cu cele două semnale constituie partea de emițător a lanțului de televiziune.

Partea de receptor realizează toate prelucrările necesare refacerii imaginii și sunetului plecînd de la captarea unei electromagnetice (purtătoare a informațiilor video și audio) din spațiu, pînă la reconstituirea imaginii și sunetului captate inițial.

Unda electromagnetică este captată de antena de recepție (9) și semnalul de radiofrecvență rezultat este aplicat receptorului propriu-zis (10). După o serie de prelucrări, semnalul de radiofrecvență este demodulat (11), din el extrăgîndu-se cele două semnale: video și audio. Acestea suferă în continuare o serie de prelucrări (12,13), apoi sînt aplicate celor două tractoare, electrooptic (tubul cinescop 14), respectiv electroacustic (difuzor, 15) care reconstituie astfel imaginea, respectiv sunetul inițiale.

Evident că în realitate toate prelucrările sînt mult mai complexe. Ceea ce este foarte important de înțeles este însă faptul că informația inițială (imaginea, respectiv sunetul), suportă o serie de prelucrări în partea de emițător care trebuie să fie strict cunoscute în vederea prelucrării ulterioare a semnalului în partea de receptor, scopul final fiind obținerea unei imagini (respectiv sunet) cit mai fidele celor inițiale.

Din analiza schemei lanțului de televiziune reiese că „punctele cheie” ale prelucrării celor două informații inițiale (imaginea, respectiv sunetul) care condiționează compatibilitatea emisie-recepție sînt:

- modalitatea de analiză optică a imaginii (explorarea imaginii);
- formarea semnalului de TV;
- informația de culoare a semnalului de TV;
- caracteristicile canalului de transmisie TV;
- benzile de frecvențe afectate radiodifuzării TV.

## 1.2. Explorarea imaginii

Așa cum reiese din schema bloc a lanțului TV, prin el este tranzitat un semnal electric, videosemnalul, care conține informația asupra imaginii. Întrucît semnalul electric nu poate conține la un moment dat informații asupra întregii imagini, ci numai o singură informație, corespunzătoare unui anumit punct al imaginii, s-a ajuns la concluzia că singurul mod abordabil tehnic pentru transmiterea unei imagini este „descompunerea” ei într-o multitudine de „puncte” și transmiterea succesivă a informației asupra fiecărui punct în parte.

Acest mod de a transmite imaginile cit și parametrii aleși pentru „descompunerea” imaginii în puncte se bazează pe particularitățile (imperfecțiunile) ochiului omenesc:

- unghiul minim de rezoluție:  $1'$ ;
- unghiul optim de urmărire a unei imagini fără obosirea mușchilor ochiului:  $10^\circ$  (de unde distanța optimă de urmărire a emisiunilor TV: 4...6 ori diagonala și numărul optim de linii pe ecran:  $10^\circ:1' = 600$ );
- frecvența minimă a imaginilor statice pentru care ochiul percepe schimbarea lor ca pe o mișcare continuă (fără pîlpire) 44/s.

Din aceste motive cit și din motive tehnice legate de posibilitățile de prelucrare a videosemnalului și a semnalului de radiofrecvență (modulat), pentru televiziune s-a ales soluția explorării întregesute a imaginii.

Acest mod de explorare a imaginii este reprezentat simplificat în fig. 1.2.

În figură imaginea este descompusă în puncte și „citită” pe linii de la stînga spre dreapta și de sus în jos.

Descompunerea imaginii nu se face în „puncte” discrete pe orizontală, ci „spotul” — fasciculul de analiză — citește în mod continuu punctele alăturate pe orizontală, în orice moment sesizînd strălucirea (informația video) unui anumit punct.

În exemplul simplificat din fig. 1.2., imaginea este descompusă într-un număr de 9 linii (totdeauna număr impar). În primul semicadru sînt transmise liniile impare 1,3,5,7 și prima jumătate a liniei 9. În semicadrul al II-lea sînt transmise a doua jumătate a liniei a 9-a și liniile pare 2,4,6,8. În acest mod, o imagine completă este transmisă prin două semicadre (cel impar și cel par) ale căror linii se întretaș, efectul fiind asemănător cu al obturării imaginii în cinematografie, ceea ce permite să se transmită un număr mai mic de cadre pe secundă, fără ca ochiul să perceapă fenomenul de pîlpire.

În realitate, ținînd seama de particularitățile ochiului, numărul de linii/cadru este de ordinul a 600 iar numărul de cadre 50(60)/secundă.

Din cele de mai sus reiese că pentru stabilirea compatibilității emisie-recepție a unui lanț de TV este strict necesar ca receptorul să asigure la refacerea imaginii caracteristici identice cu cele de la explorare: număr de linii/cadru, frecvență cadre și sincronism emisie-recepție (pe linii și cadre).

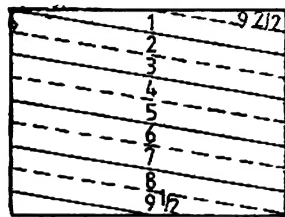


Fig. 1.2. Explorarea întregesută a imaginii TV.

### 1.3. Semnalul video complex

Așa cum s-a arătat la paragraful 1.2, semnalul video conține informația asupra imaginii desfășurată în timp. În fiecare moment amplitudinea semnalului video este proporțională cu strălucirea unui anumit punct al imaginii. Videosemnalul corespunzător unei anumite imagini se transmite în intervalul de timp necesar parcurgerii punct cu punct (linie cu linie) a întregului cadru.

Pentru a asigura coincidența în timp și poziție a punctului din imaginea analizată cu punctul corespunzător imaginii reproduse sînt necesare o serie de semnale, numite de sincronizare, care se suprapun peste semnalul video propriu-zis.

Semnalul rezultat, format din semnalul video propriu-zis și impulsurile de sincronizare se numește semnal video complex de televiziune.

În figura 1.3. este dat ca exemplu semnalul video complex conform normei OIRT, corespunzător unei imagini simple formate din două bare verticale, una gri și alta neagră pe fond alb (fig.1.3.a). În fig. 1.3.b. este reprezentat semnalul video corespunzător unei linii și cele două impulsuri de sincronizare care limitează linia. Se remarcă faptul că din cele  $64/\mu s$  afectate unei linii,

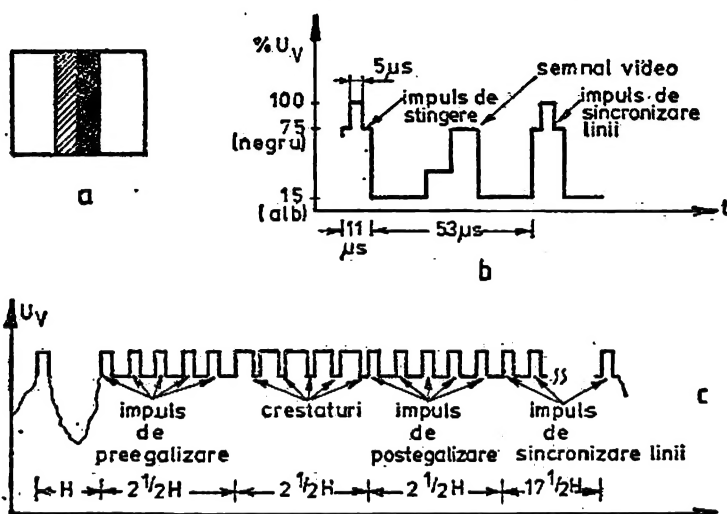


Fig. 1.3. Semnalul video complex conform normei OIRT:  
a) — imaginea transmisă;  
b) — semnalul video corespunzător unei linii;  
c) — semnalul video complex corespunzător sfârșitului semicadrelor impare.

numai 53  $\mu s$  sînt active, conținînd informație video. 11  $\mu s$  sînt necesare reîntoarcerii spotului din partea dreaptă a ecranului în partea stîngă în vederea explorării liniei următoare. Deoarece pe timpul reîntoarcerii spotul nu trebuie să fie vizibil pe ecran, în tot acest timp semnalul video are nivelul corespunzător negrului. Pe timpul acestor impulsuri (negre) de întoarcere se transmite și informația de sincronizare linii de 5  $\mu s$ , al cărui nivel este superior nivelului de negru (infranegru).

Semnalul video complex este mai complicat în zona de sfîrșit a semicadrelor (fig.1.3.c) datorită faptului că folosind explorarea întreșesută apare necesitatea păstrării sincronismului linii și pe timpul întoarcerii de cadre și a impulsului de sincronizare cadre.

Durata întoarcerii spotului pe ecran de jos-sus este de  $25 H$  (cu  $H$  s-a dotat durata unei linii) timp în care semnalul video corespunde negrului. Impulsul de sincronizare cadre are o durată proprie de  $2\frac{1}{2}H$ . Pentru a se asigura sincronizarea pe orizontală și pe durata impulsului de sincronizare cadre, înainte lui și după el se transmit cîte cinci impulsuri de preegalizare, respectiv postegalizare la cîte  $\frac{1}{2} H$ . Impulsul de sincronizare cadre este crestat la intervale de  $\frac{1}{2} H$  tot în vederea păstrării sincronizării pe orizontală în timpul impulsului de sincronizare pe cadre.

Semnalul videocomplex obținut din suprapunerea impulsurilor de sincronizare linii și cadre peste semnalul video propriu-zis este utilizat pentru modularea purtătoarei de radiofrecvență. Asupra semnalului audio nu s-a insistat întrucît prelucrarea sa este asemănătoare cu cea utilizată în transmisiile radio, presupusă ca fiind cunoscută.

## 1.4. Transmisia TV a imaginilor în culori

Fără a intra în amănunte de colorimetrie, trebuie amintit că transmisia TV a imaginilor în culori are la bază observația că orice culoare din natură este reprodusă acceptabil prin amestecul a trei culori: roșu ( $R$ ) cu  $\lambda = 610$  nm; verde ( $G$ ) cu  $\lambda = 537$  nm; albastru ( $B$ ) cu  $\lambda = 472$  nm. De asemenea se cunoaște faptul că informația de strălucire necesară transmisiei alb-negru și notată cu  $Y$  se obține din însumarea într-o anumită proporție a celor trei semnale de culoare:  $U_Y = 0,4 U_R + 0,59 U_G + 0,11 U_B$ . Din acest motiv, pentru reconstituirea imaginii în culori este practic necesară existența a trei informații video, fiecare corespunzătoare câte unei culori primare ( $R, G, B$ ).

Intrucât televiziunea în culori a apărut la mai mult timp după apariția televiziunii alb/negru, pentru introducerea ei în practica radiodifuzării s-a impus ca o primă măsură compatibilitatea și recompatibilitatea sistemelor de recepție în culori. Prin compatibilitate se înțelege posibilitatea ca oricare program TV în culori să poată fi recepționat și redat (alb-negru) de către receptor alb-negru realizat pe norma respectivă. Prin recompatibilitate sau compatibilitate inversă se înțelege posibilitatea ca programele alb-negru să fie recepționate și redade (alb-negru) pe ecranul receptoarelor TV în culori.

Îndeplinirea condițiilor de compatibilitate și recompatibilitate au impus sistemelor de televiziune în culori o serie de parametri tehnici comuni cu cei ai sistemelor de televiziune alb-negru, cât și anumite particularități de transmisie a informației de culoare:

- Normele de bază ale transmisiei TV în culori trebuie să fie aceleași cu cele ale transmisiei TV alb-negru (formă semnal video, mod de explorare a imaginii, impulsuri de sincronizare, frecvențele afectate canalelor TV etc.).

- Semnalul video color complex trebuie să fie format din două informații (semnale): semnalul video de luminanță (valabil pentru televiziunea alb-negru) și semnalul de crominanță (informație utilă numai receptorului în culori).

În practică transmitând în aceeași gamă de frecvență două informații distincte, una de luminanță folosită și în televiziunea alb-negru ( $Y$ ) și alta de crominanță (două diferențe de culoare), din care pot fi deduse cele trei componente ale culorii se asigură compatibilitatea dublă a transmisiei color.

Receptorul alb-negru va prelucra numai informația relativă la strălucire,  $Y$ . Receptorul color va prelucra și cele două informații diferența de culoare din care, împreună cu informația de strălucire va reconstitui cele 3 componente ale culorii (roșu, albastru, verde).

Informația de culoare modulează o subpurtătoare color (MA în cazul PAL și NSTC și MF în cazul SECAM) care va fi transmisă odată cu semnalul video complex TV.

Plecând de la observația că ochiul omenesc prezintă și imperfecțiunea de a avea acuitatea mult mai redusă în color decât în alb-negru (detaliile de amănunt ale unei imagini sînt percepute numai în alb-negru), pentru informația de culoare a fost alocată o bandă mult mai redusă de frecvențe (de 3... 4 ori mai mică), ceea ce permite ca plasarea subpurtătoarei (sau subpurtătoarelor) de culoare să fie făcută spre partea superioară a spectrului de frecvențe al semnalului video complex.

Datorită faptului că televiziunea în culori a apărut la mai mulți ani după apariția televiziunii alb-negru și ca un efort făcut separat în mai multe țări, ca și în cazul televiziunii alb-negru nu există un sistem unic ci actualmente



în lume coexistă în cazul televiziunii radiodifuzate trei sisteme: NTSC, PAL și SECAM, fiecare dintre ele adoptat de cîte o serie de țări.

În Europa sînt folosite numai sistemele PAL și SECAM iar în America de Nord și Japonia este folosit sistemul NTSC.

### 1.5. Benzile de frecvențe afectate transmisiilor de televiziune pentru marele public

Așa cum reiese și din schema bloc a lanțului de televiziune, semnalul video (informația asupra imaginii) cît și semnalul audio (informația asupra sunetului) sînt „transportate” de la emițător la receptor prin intermediul unei unde electromagnetice (modulată de semnal). Unda electromagnetică purtătoare de informație este caracterizată de o serie de parametri tehnici ca de exemplu frecvența purtătoare de imagine, banda de frecvențe alocată, frecvența purtătoare de sunet etc.

Gama de frecvențe alocate unei transmisii de televiziune constituie canalul de televiziune, care asigură legătura emițător-receptor.

Pentru transmisia TV radiodifuzată pentru marele public gamele de frecvențe alocate au fost stabilite prin convenții internaționale. Cu mici diferențe de la normă la normă, ele sînt următoarele:

- a) gama de FIF (foarte înaltă frecvență) cunoscută și prin prescurtarea din limba engleză VHF; este împărțită la rîndul său în trei benzi:
  - banda I cca 48 MHz ÷ cca 85 MHz;  $\text{VHF-L } 52 \text{ MHz}$
  - banda II cca 85 MHz ÷ cca 100 MHz;  $\text{VHF-H } 55 \text{ MHz}$
  - banda III cca 175 MHz ÷ cca 230 MHz.
- b) gama UIF (ultra înaltă frecvență) prescurtată și UHF (în limba engleză) cuprinde două benzi:
  - banda IV : 470 MHz ÷ 600 MHz;  $\text{UHF } 201 \text{ MHz}$
  - banda V : 600 MHz ÷ 860 MHz.  $\text{UHF } 260 \text{ MHz}$
- c) gama de SIF (supra înaltă frecvență) prescurtată și SHF (în limba engleză) care în funcție de zona geografică ocupă următoarele frecvențe:
  - 3,7 ÷ 4,2 GHz în zona continentului american;
  - 11,7 ÷ 12,5 GHz în zona europeană.

De menționat că asupra gamei SIF se va reveni în cap. 5, recepția în această gamă avînd particularități distincte față de recepția FIF sau UIF.

### 1.6. Normele de televiziune

Prin normă de televiziune se înțelege ansamblul de parametri tehnici care caracterizează un lanț de televiziune și care condiționează strict compatibilitatea și recompatibilitatea emițător-receptor.

Pentru ca un receptor să poată recepționa programul TV emis de un anumit emițător, o serie de caracteristici tehnice ale emițătorului trebuie să fie identice. Astfel:

- explorarea imaginii trebuie să fie făcută identic (mod de explorare, frecvență linii, frecvență cadre);
- trebuie să se asigure sincronismul emițător-receptor (totdeauna la receptor se reconstituie punctul corespunzător în spațiu punctului analizat la emițător);

- receptorul trebuie să aibă posibilitatea de a recepționa semnalul din gama de frecvențe emise (canalul de TV)
- receptorul trebuie să asigure demodularea corectă a semnalului video complex (și audio) corespunzător tipului de modulație a emițătorului;
- etc.

În prezent în lume pentru emisiunile de televiziune radiodifuzate în gamele FIF și UIF sînt în vigoare 13 norme după care se pot realiza legături TV. Fiecare dintre ele este valabilă într-o anumită zonă a mapamondului, aderarea fiecărei țări la o normă sau alta făcîndu-se prin înțelegeri internaționale.

În tabelul 1.1 sînt dați parametrii tehnici cei mai importanți referitori la prelucrarea semnalelor video și audio ale celor mai răspindite norme de televiziune utilizate în Europa, conform cărora există probabilitatea (cel puțin teoretică) să fie recepționate semnalele de TV pe teritoriul țării noastre.

*Tabelul 1.1.*

Normă	Unitate de măsură	B/G (CCIR)	C (Belgia)	D/K (OIRT)	E (Franța)	H (Belgia)	I (Marea Britanie)	L (Franța)
Parametrul								
Gama de frecvențe	—	FIF/UIF	FIF	FIF/UIF	FIF	UIF	FIF/UIF	FIF/UIF
Număr linii pe cadru	—	625	625	625	819	625	625	625
Frecvență cadre	Hz	50	50	50	50	50	50	50
Frecvență linii	Hz	15.625	15.625	15.625	20.475	15.625	15.625	15.625
Durata impulsului de sincronizare linii	μs	4,7	5	4,7	2,5	4,7	4,7	4,7
Lățimea benzii video	MHz	5	5	6	10	5	5,5	6
Lățimea canalului de R.F.	MHz	7(B)/8(G)	7	8	14	8	8	8
Ecarterul dintre purtătoarele canalului (image și sunet)	MHz	+5,5	+5,5	+6,5	±11,15	+5,5	+6	+6,5
Grad de modulație în RF a semnalului de sincronizare	%	100	< 3	100	< 3	100	100	< 6
Grad de modulație RF a impulsului de stingere (negru)	%	73	25	75	30	75	76	30
Gradul de modulație în RF a nivelului de alb	%	10	100	12,5	100	10	20	100
Tipul modulației video	—	MA negativ	MA pozitiv	MA negativ	MA pozitiv	MA negativ	MA negativ	MA pozitiv
Tipul modulației sunet	—	MF	MA	MF	MA	MF	MF	MA
Deviația de frecvență (MF sunet)	KHz	50	—	50	—	50	50	—

În tabelul 1.2 este dată repartizarea în frecvențe a canalelor FIF corespunzătoare normelor europene, iar în tabelul 1.3 repartizarea în frecvențe a canalelor de UIF ale aceluiași norme.

Tabelul 1.2.

Bandă	Canal	Lărgime bandă (MHz)	Purtătoare imagine (MHz)	Purtătoare sunet (MHz)	Bandă	Canal	Lărgime bandă (MHz)	Purtătoare imagine (MHz)	Purtătoare sunet (MHz)
0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
Standard B, C — Europa					Standard E (Franța)				
FI	—	33,15—40,15	38,9	33,4	FI	—	26,3—39,45	28,05	39,2
I	E2	47 — 54	48,25	53,75	I	F2	41,00—54,15	52,40	41,25
	E3	54 — 61	55,25	60,75		F4	54,15—67,3	65,55	54,40
	E4	61 — 68	62,25	67,75	III	F5	162,25—175,40	164,00	175,15
III	E5	174 — 181	175,25	180,75		F6	162,00—175,15	173,40	162,25
	E6	181 — 188	182,25	187,75		F7	175,40—188,55	177,15	188,30
	E7	188 — 195	189,25	194,75		F8A	174,00—188,00	185,25	174,10
	E8	195 — 202	196,25	201,75		F8	175,15—188,30	186,55	175,40
	E9	202 — 209	203,25	208,75		F9	188,55—201,70	190,30	201,45
	E10	209 — 216	210,25	215,75		F10	188,30—201,45	199,70	183,55
	E11	216 — 223	217,25	222,75		F11	201,70—214,85	203,45	214,60
	E12	223 — 230	224,25	229,75		F12	201,45—214,60	221,85	201,70
Standard B (Italia)					Standard I — Irlanda				
FI	—	33,15—40,15	38,9	33,4	FI	—	31,15—40,15	38,9	32,9
I	A	52,5 — 59,5	53,75	59,25	I	1A	41,5 — 52,5	45,75	51,75
	B	61 — 68	62,25	67,75		1B	52,5 — 60,5	53,75	59,75
II	C	81 — 88	82,25	87,75		1C	60,5 — 68,5	61,75	67,75
III	D	174 — 181	175,25	180,75	III	ID	174 — 182	175,25	181,25
	E	182,5 — 189,5	183,75	189,25		IE	182 — 190	183,25	189,25
	F	191 — 198	192,25	197,75		IF	190 — 198	191,25	197,25
	G	200 — 207	201,25	206,75		IG	198 — 206	199,25	205,25
	H	209 — 216	210,25	215,75		IH	206 — 214	207,25	213,25
	H1	216 — 223	217,25	222,75		Ij	214 — 222	215,25	221,25
	H2	223 — 230	224,25	229,75	Standard L (Franța) în dezvoltare				
Standard D(OIRT)					FI	—	31,45—39,45	32,7	39,2
FI	—	31,25—39,26	38	31,5	I	A	41 — 49	47,75	41,25
I	R1	48,5 — 56,5	49,75	56,25		B	49 — 57	55,75	49,25
	R2	58 — 66	59,25	65,75		C	57 — 65	63,75	57,25
II	R3	76 — 84	77,25	83,75		C1	53,75—61,75	60,50	54,00
	R4	84 — 92	85,25	91,75	III	1	174,75—182,75	176,00	182,50
	R5	92 — 100	93,25	99,75		2	182,75—190,75	184,00	190,50
	R6	174 — 182	175,25	181,75		3	190,75—198,75	192,00	198,50
III	R7	182 — 190	183,25	189,75		4	198,75—206,75	200,00	206,50
	R8	190 — 198	191,25	197,75		5	206,75—214,75	208,00	214,50
	R9	198 — 206	199,25	205,75		6	214,75—222,75	216,00	222,50
	R10	206 — 214	207,25	213,75					
	R11	214 — 222	215,25	221,75					
	R12	222 — 230	223,25	229,75					

În tabelul 1.4 este dată repartizarea în frecvențe a canalelor speciale destinate televiziunii prin cablu (neradiodifuzată) conform normelor europene B și C.

În tabelul 1.5 sînt date valorile principalilor parametri electrici ai celor două sisteme de televiziune în culori utilizate în Europa: PAL și SECAM.

Tabelul 1.3.

Bandă	Canal	Limite canal (MHz)	Purtătoare imagine (MHz)	Purtătoare sunet (MHz)		
				GH	I	KL
IV	21	470—478	471,25	476,75	477,25	477,75
	22	478—486	479,25	484,75	485,25	485,75
	23	486—494	487,25	492,75	493,25	493,75
	24	494—502	495,25	500,75	501,25	501,75
	25	502—510	503,25	508,75	509,25	509,75
	26	510—518	511,25	516,75	517,25	517,75
	27	518—526	519,25	524,75	525,25	525,75
	28	526—534	527,25	532,75	533,25	533,75
	29	534—542	535,25	540,75	541,25	541,75
	30	542—550	543,25	548,75	549,25	549,75
	31	550—558	551,25	556,75	557,25	557,75
	32	558—566	559,25	564,75	564,25	565,75
	33	566—574	567,25	572,75	573,25	573,75
	34	574—582	575,25	580,75	581,25	581,75
	35	582—590	583,25	588,75	589,25	589,75
	36	590—598	591,25	596,75	597,25	597,75
	37	598—606	599,25	604,75	605,25	605,75
V	38	606—614	607,25	612,75	613,25	613,75
	39	614—622	615,25	620,75	621,25	621,75
	40	622—630	623,25	628,75	629,25	629,75
	41	630—638	631,25	636,75	637,25	637,75
	42	638—646	639,25	644,75	645,25	645,75
	43	646—654	647,25	652,75	653,25	653,75
	44	654—662	655,25	660,75	661,25	661,75
	45	662—670	663,25	668,75	669,25	669,75
	46	670—678	671,25	676,75	677,25	677,75
	47	678—686	679,25	684,75	685,25	685,75
	48	686—694	687,25	692,75	693,25	693,75
	49	694—702	695,25	700,75	701,25	701,75
	50	702—710	703,25	708,75	709,25	709,75
	51	710—718	711,25	716,75	717,25	717,75
	52	718—726	719,25	724,75	725,25	725,75
	53	726—734	727,25	732,75	733,25	733,75
	54	734—742	735,25	740,75	741,25	741,75
	55	742—750	743,25	748,75	749,25	749,75
	56	750—758	751,25	756,75	757,25	757,75
	57	758—766	759,25	764,75	765,25	765,75
	58	766—774	767,25	772,75	773,25	773,75
	59	774—782	775,25	780,75	781,25	781,75
	60	782—790	783,25	788,75	789,25	789,75
	61	790—798	791,25	796,75	797,25	797,75
	62	798—806	799,25	804,75	805,25	805,75
	63	806—814	807,25	812,75	813,25	813,75
	64	814—822	815,25	820,75	821,25	821,75
	65	822—830	823,25	828,75	829,25	829,75
	66	830—838	831,25	836,75	837,25	837,75
	67	838—846	839,25	844,75	845,25	845,75
	68	846—854	847,25	852,75	853,25	853,75
	69	854—862	855,25	860,75	861,25	861,75

Notațiile din tabel nu mai sînt explicitate ele fiind cele unanim utilizate în toate lucrările tehnice de specialitate.

În tabelul 1.6. este dată lista țărilor europene și a normelor de televiziune valabile în acestea (situația de la sfîrșitul anului 1987).

Normele conform cărora se realizează transmisiile de televiziune de pe satelit în gama de SIF vor fi analizate la cap. 5, ele fiind total diferite de normele utilizate în FIF și UIF.

Tabelul 1.4.

Bandă	Canal	Banda de frecvențe (MHz)		Frecvența purtătoare imagine (MHz)	Frecvența purtătoare sunet (MHz)
FI	—	33,15—40,15		38,9	33,4
L (lower channels)	S1	104	—111	105,25	110,75
	S2	111	—118	112,25	117,75
	S3	118	—125	119,25	124,75
	S4	125	—132	126,25	131,75
	S5	132	—139	133,25	138,75
	S6	139	—146	140,25	145,75
	S7	146	—153	147,25	152,75
	S8	153	—160	154,25	159,75
	S9	160	—167	161,25	166,75
	S10	167	—174	168,25	173,75
U (upper channels)	S11	230	—237	231,25	236,75
	S12	237	—244	238,25	243,75
	S13	244	—251	245,25	250,75
	S14	251	—258	252,25	257,75
	S15	258	—265	259,25	264,75
	S16	265	—272	266,25	271,75
	S17	272	—279	273,25	278,75
	S18	279	—286	280,25	285,75
	S19	286	—293	287,25	292,75
	S20	293	—300	294,25	299,75

Tabelul 1.5.

Parametrii	PAL		SECAM		
	BGH	I	BGH	DK	L
Semnalul de luminanță	$E'_y = 0,3F'_R + 0,59E'_G + 0,11E'_B$				
Semnalele diferență de culoare	$E'_u = 0,493(E'_R - E'_y)$ $E'_v = 0,877(E'_R - E'_y)$		$D'_R = -1,9(E'_R - E'_y)$ $D'_B = 1,5(E'_R - E'_y)$		
Corecția semnalelor diferență de culoare	—		$D'_R = AD'_R$ $D'_B = AD'_B$ $A = \frac{1+j\frac{f_R}{85}}{1+j\frac{f_B}{255}}$ (f în KHz)		
Semnalul video color compus	$E_M = E'_y + E'_u \sin \omega_{sc}t \pm E'_v \cos \omega_{sc}t$		$E_M = E'_y + B \cos 2\pi(f_{OR} + D'_R \Delta f_{OR})t + B \cos 2\pi(f_{OB} + D'_B \Delta f_{OB})t$ $B = \text{funcție de } f_0 \text{ și } f_{n.R}$		
Tipul modulației	modulație în amplitudine cu purtătoare suprimată cu două subpurtătoare în cuadratură		FM		
Frecvența subpurtătoarei de cromaticitate	$4.433.618,75 \pm 5 \text{ Hz}$	$4.433.618,75 \pm 1 \text{ Hz}$	$f_{OR} = 4.406.250 \pm 2.000 \text{ Hz}$ $f_{OB} = 4.250.000 \pm 2.000 \text{ Hz}$		



Tabelul 1.5. (continuare)

Parametrii	PAL		SEGAM		
	BGH	I	BGH	DK	L
Relația între frecvența liniilor și frecvența subpurătoarei color	$f_{SC} = \left( \frac{1.135}{4} + \frac{1}{625} \right) f_H$		$f_{OR} = 282 f_H; f_{OB} = 272 f_H$		
Banda de frecvențe afectată informației color	$f_{SC} + 570 / -1.300 \text{ kHz}$   $f_{SC} + 1.170 / -1.300 \text{ kHz}$		$f_{OR} = 280 + 70 / -226 \text{ kHz}$ $f_{OB} = 230 + 276 / -120 \text{ kHz}$		
Durata burstului	10 $\pm$ 1 perioade		—		
Identificare	după componentă $E'_\psi$ a brustului		pt. liniile $D'_R + 350 \text{ kHz}$ deviație la max. 540 mV. pt. liniile $D'_B - 350 \text{ kHz}$ deviație la max. 500 mV.		

Tabelul 1.6.

Țara	Standard		Sistem color		Țara	Standard		Sistem color
	FIF	UIF				FIF	UIF	
Albania	B	G	PAL		Iugoslavia (RF)	B	G	PAL
Andora	E	L	PAL		Luxemburg	C	L	PAL/ SECAM
Austria	B	G	PAL		Malta	B	H	PAL
Belgia	B	H	PAL		Marea Britanie	I	I	PAL
Bulgaria	D	K	SECAM		Monaco	E	L	SECAM
Cehoslovacia	D	K	SECAM		Norvegia	B	G	PAL
Cypru	B	G	SECAM		Olanda	B	G	PAL
Danemarca	B	G	PAL		Polonia (R.P.)	D	K	SECAM
Elveția	B	G	PAL		Portugalia	B	G	PAL
Finlanda	B	G	PAL		România (R.S.)	D	K	PAL
Franța	E	L	SECAM		Suedia	F	G	PAL
Germania (R.D.)	B	G	SECAM		Spania	B	G	PAL
Germania (R.F.)	B	G	PAL		Turcia	B	G	PAL
Gibraltar	B	H	—		Ungaria (R.P.)	D	K	SECAM
Grecia	B	H	SECAM		URSS	D	K	SECAM
Italia	B	G	PAL					

Trebuie menționat faptul că normele de televiziune au un caracter general și sînt valabile în mai multe țări. În fiecare țară în parte sînt valabile însă niște norme numite standarde care au un caracter mai amănunțit și care în afara parametrilor tehnici prevăzuți în normele generale, cuprind un număr mare de parametri tehnici (și valorile lor) care se referă la lanțul de televiziune și la părțile lui componente. Standardele sînt valabile și obligatorii numai pe teritoriul țării respective. În general există o tendință de aliniere a standardelor țărilor care folosesc aceeași normă de televiziune, fără însă să se fi obținut rezultate spectaculoase în acest domeniu.

## 1.7. Receptorul de televiziune

Receptorul TV constituie ultima verigă a lanțului de televiziune.

În momentul de față se poate defini un receptor standard de TV, alb-negru a cărui schemă bloc este dată în fig. 1.4. Receptorul este de tip superheterodină și este prevăzut cu etaj de FI (frecvență intermediară), cale comună de imagine și sunet.

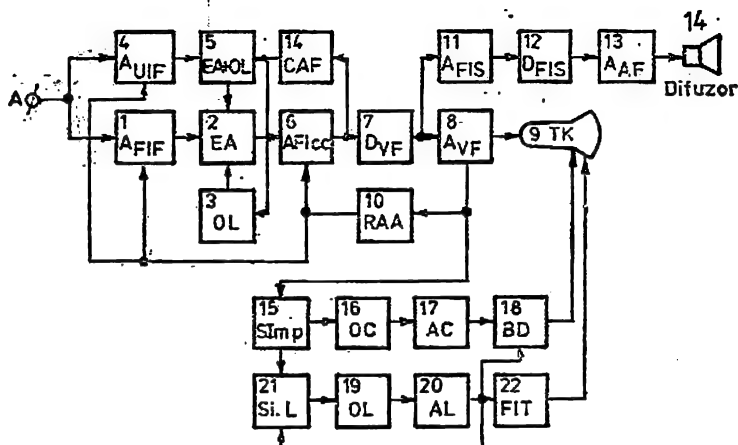


Fig. 1.4. Schema bloc a unui receptor TV alb-negru standard de tip superheterodină și cu FI cale comună pentru imagine și sunet.

Semnalul de FIF sau UIF captat de antena de recepție este aplicat la borna A (antena) a receptorului. În cazul recepției în FIF, semnalul este aplicat unui etaj de amestec (2), împreună cu un semnal de frecvență fixă generat de oscilatorul local (3). La ieșirea etajului de amestec rezultă un semnal de frecvențe, indiferent de canalul recepționat.

În cazul recepției UIF semnalul este amplificat de etajul de amestec autooscilant (5), la ieșirea căruia va rezulta tot un semnal de FI care va fi amplificat de etajul de amestec al selectorului FIF (2) care în acest caz funcționează ca amplificator de FI.

În continuare, semnalul de FI rezultat fie din semnalul de FIF, fie din semnalul de UIF este amplificat de amplificatorul de FI cale comună (6), apoi este demodulat în detectorul de videofrecvență (7), la ieșirea lui rezultând semnalul video complex. Acesta este amplificat la rândul său în amplificatorul (8) și apoi aplicat tubului cinescop (9) pe ecranul căruia se reconstituie imaginea.

La ieșirea detectorului de VF (video frecvență) se culege semnalul de FI sunet (a doua frecvență intermediară sunet) care este amplificat (11), detectat (12) iar semnalul de AF (audiofrecvență) rezultat este amplificat (13) și aplicat difuzorului (14) care-l transformă în semnal sonor.

Partea de baleiaj asigură deplasarea spotului luminos (informația de strălucire) pe ecranul cinescopului. Ea asigură atât semnalul necesar deplasării pe orizontală cât și pe verticală.

Semnalul pentru deflexia verticală (cadre) se obține de la oscilatorul de cadre (16); este amplificat (17) și aplicat bobinelor de deflexie (18) care comandă devierea fasciculului de electroni ai tubului cinescop (9) pe verticală.

Semnalul pentru deflexia pe orizontală (linii) se obține de la oscilatorul de linii (19), este amplificat de etajul final linii (20) și este apoi aplicat bobinelor de deflexie (18) care asigură devierea fascicolului de electroni ai tubului cinescop de la stînga la dreapta.

Tot de la etajul final de linii se culeg impulsurile care redresate (22) formează foarte înalta tensiune (FIT) necesară tubului cinescop.

Pentru a asigura o bună funcționare a receptorului TV în condiții de semnal de amplitudini diferite cît și pentru a asigura o serie de facilități de exploatare a receptorului, el este prevăzut cu circuite de reglare automată:

- etajul de RAA (reglarea automată a amplificării), (10) — asigură un semnal video constant ca amplitudine la intrarea tubului cinescop, deci imagine corespunzătoare, pentru o dinamică foarte mare a nivelului semnalului de la intrarea receptorului, prin acționarea asupra amplificării căii de semnal a receptorului;

- circuitele de sincronizare automată folosesc semnalul de videofrecvență din care se separă impulsurile de sincronizare (15) cu care se sincronizează direct oscilatorul de cadre (16) și prin intermediul unui circuit suplimentar de sincronizare linii (21), oscilatorul de linii (19).

- circuitul CAF (control automat al frecvenței), (14), corectează frecvența de acord a oscilatorului local FIF (3) sau UIF (5) în așa fel ca să se păstreze acordul corect al receptorului pe canal.

Schema bloc din fig. 1.4. corespunde în general ca funcțiuni oricărui receptor TV cu cîteva observații:

- constructiv, mai ales în ultima vreme, receptoarele de TV sînt realizate cu cît mai multe blocuri funcționale comasate. Astfel, de exemplu, sînt uzuale receptoarele TV la care funcțiile etajelor amplificator de FI cale comună, detector video, amplificator de FI sunet, detector sunet, RAA, CAF, sincronizare linii, oscilator linii, oscilator cadre etc. (sau numai o parte dintre ele) sînt realizate de către numai un singur bloc funcțional realizat cu ajutorul unui circuit integrat complex;

- etajul CAF nu este obligatoriu decît la receptoarele în culori. El lipsește în majoritatea cazurilor la receptoarele alb-negru;

- receptoarele moderne sînt prevăzute de obicei cu noi facilități ca de exemplu: sinteză de frecvență, telecomandă, două căi de sunet, sunet Hi Fi, etaje pentru recepția sunetului bistandard etc;

- receptoarele TV în culori corespund schemei bloc din fig. 1.4, cu mențiunea că ele mai conțin o serie de etaje suplimentare destinate prelucrării semnalului de cromaticitate.

## 1.8. Parametrii tehnici care caracterizează receptorul de televiziune

Receptorul de TV este un dispozitiv electronic complex a cărui bună funcționare poate fi caracterizată printr-o serie de parametri tehnici.

Cei mai importanți dintre acești parametri tehnici sînt impuși însăși prin norma de televiziune conform căreia este realizat receptorul TV. Neîncaadrarea în oricare dintre aceștia duce practic la nefuncționarea receptorului (de exemplu, frecvență cadre necorespunzătoare duce la desincronizarea pe verticală). Acești parametri (și valorile lor) sînt dați pentru normele europene uzuale în paragraful 1.6.

În afara acestora mai există o serie de parametri ale căror valori permit aprecierea bunei funcționări (respectiv a calității) receptorului. Cei mai importanți dintre ei sînt:

*a. Sensibilitatea limitată de raportul semnal-zgomot.*

Prin aceasta se înțelege semnalul util minim necesar la intrarea receptorului pentru ca la ieșire raportul semnal-zgomot pe imagine să aibă o anumită valoare (uzual se acceptă că un raport de 20 dB constituie limita acceptabilă pentru o recepție inteligibilă).

*b. Sensibilitatea limitată de sincronizare.*

Prin aceasta se înțelege semnalul minim necesar la intrarea receptorului pentru ca imaginea, deși zgomotoasă, să fie stabilă (sincronizată) pe ecranul TV.

*c. Nivelul semnalului maxim utilizat la intrare.*

Prin aceasta se înțelege nivelul maxim al semnalului aplicat la intrarea receptorului pentru care imaginea și sunetul sînt reproduse corect. La semnale mai mari, imaginea poate să devină nesincronizată și ecranul să se întunece (manifestare cunoscută și sub numele imagine „încetă”).

*d. Impedanța de intrare și coeficientul de reflexie.*

Impedanța de intrare a unui receptor TV este valoarea ideală (și de calcul) a impedanței prezentată de receptor la borna de intrare de antenă în gama de frecvență a canalului pe care este acordat receptorul. Această impedanță trebuie să aibă aceeași valoare ca și cea a cablurilor electrice de înaltă frecvență. În practica recepției TV în lume au fost generalizate două tipuri de intrări de antenă (deci două valori de impedanțe):

— intrare asimetrică cu impedanța de 75 ohmi (corespunzătoare cablului coaxial de 75 ohmi);

— intrare simetrică cu impedanța de 300 ohmi (cablul bifilar de 300 ohmi).

Întrucît valoarea reală a impedanței de intrare diferă totdeauna de valoarea ideală, pentru măsurarea acestei abateri se folosesc coeficientul de reflexie,  $\rho$ , sau factorul de undă stațională,  $\sigma$ .

Notînd cu  $R_0$  valoarea ideală a impedanței de intrare, impedanța reală va avea valoarea cuprinsă între  $R_0 \cdot \sigma$  și  $R_0/\sigma$  sau  $R_0 \cdot \frac{1+\rho}{1-\rho}$  și  $R_0 \cdot \frac{1-\rho}{1+\rho}$ , deoarece  $\rho$  și  $\sigma$  se determină între ele prin relațiile:

$$\rho = \frac{\sigma - 1}{\sigma + 1} \text{ și } \sigma = \frac{1 + \rho}{1 - \rho}.$$

*e. Selectivitatea receptorului.*

Este capacitatea receptorului de a separa o anumită emisiune transmisă pe un anumit canal TV de mai multe alte emisuni transmise pe canale apropiate. Selectivitatea este definită indirect prin mai mulți parametri direct măsurabili dintre care cei mai importanți sînt trei:

— încadrarea caracteristicii globale amplitudine-frecvență a receptorului TV (antenă — etaj final video) într-un gabarit impus;

— atenuările corespunzătoare semnalelor purtătoare de imagine a canalului adiacent superior și purtătoare de sunet a canalului adiacent inferior;

— atenuările corespunzătoare semnalelor perturbatoare depărtate de banda de trecere a canalului recepționat, dintre care cele mai importante sînt semnalele din banda de FI și semnalele din banda de frecvențe oglindă ( $f_{\text{semnal}} + 2f_{\text{intermediară}}$ ).

*f. Definiția imaginii pe orizontală și pe verticală.*

Acest parametru este definit în legătură cu o imagine standard de control (miră) în funcție de care se apreciază capacitatea de redare a unor amănunte de finețe pe ecranul tubului cinescop.

În principiu, prin definiție (pe orizontală sau verticală) se înțelege numărul maxim de linii distincte care pot fi observate pe imaginea refăcută pe ecranul TV (pe orizontală sau pe verticală).

*g. Distorsiunile rastrului.*

Este parametrul care apreciază mărimea deformărilor geometrice ale imaginii pe verticală și pe orizontală. Se apreciază prin măsurarea deformărilor pe care le suferă pe fiecare latură (pe orizontală și pe verticală) niște patrate conținute în mira de control. Distorsiunile se exprimă procentual.

*h. Parametrii căii de sunet.*

Sînt o serie de parametri prin care se apreciază calitatea transmisiei sunetului. În general utilizatorii de receptare TV amatori de recepție la mare distanță sînt mai puțin pretențioși cu calitatea sunetului, principiul accent fiind pus pe calitatea imaginii.

Parametrii căii de sunet din receptorul TV sînt asemănători cu cei ai receptorului UUS.

Valorile minimale ale parametrilor enumerați mai sus sînt impuse prin standardele republicane sau prin standardele tehnice de ramură. În țara noastră valorile acestor parametri sînt impuse prin STAS 7712:

— Sensibilitatea limitată de un raport semnal-zgomot pe imagine de 20 dB, pentru un receptor TV cu impedanța de intrare de 75 ohmi este de:

- 65 dB/mW în FIF (cca  $150 \mu\text{V}/75 \text{ ohmi}$ ),
- 59 dB/mW în UIF (cca  $300 \mu\text{V}/75 \text{ ohmi}$ ).
- Sensibilitatea limitată de sincronizare este de:
- 70 dB/mW în FIF (cca  $87 \mu\text{V}/75 \text{ ohmi}$ );
- 67 dB/mW în UIF (cca  $120 \mu\text{V}/75 \text{ ohmi}$ ).

— Nivelul semnalului maxim utilizabil la intrare:

- 10 dB/W (cca  $86 \text{ mV}/75 \text{ ohmi}$ ).
- Impedanța de intrare: asimetrică 75 ohmi (sau simetrică 300 ohmi).
- Coeficientul de reflexie  $\rho \leq 0,5$  în FIF ( $R_i = 25 \dots 225 \text{ ohmi}$ );
- $\rho \leq 0,7$  în UIF ( $R_i = 15 \dots 400 \text{ ohmi}$ ).

— Selectivitatea este asigurată de următorii parametri:

- Caracteristica amplitudine — frecvență video globală se încadrează în gabaritul din fig. 1.5.

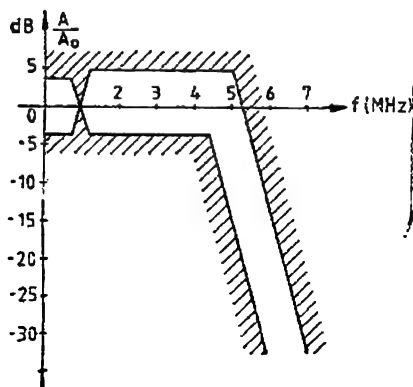


Fig. 1.5. Gabaritul curbei amplitudine — frecvența globală a căii de semnal video a receptorului TV.



- Atenuarea în zona purtătoarei de imagine a canalului adiacent superior ( $f_{pi} + 8\text{MHz} \leq f \leq f_{pi} + 9,5\text{MHz}$ )  $\geq 40\text{dB}$ .
- Atenuarea în zona purtătoarei de sunet a canalului adiacent inferior ( $f_{pi} - 3\text{MHz} \leq f \leq f_{pi} - 1,5\text{MHz}$ )  $\geq 32\text{dB}$ .
- Atenuarea semnalului de frecvență intermediară (31,5 MHz ... 38 MHz)  $\geq 32\text{dB} - B_1$ ;  $\geq 36\text{dB} - B_2$ ;  $\geq 50\text{dB} - B_3$  și UIF.
- Atenuarea semnalelor de frecvență oglindă:
  - $\geq 40\text{dB}$  pentru FIF;
  - $\geq 26\text{dB}$  pentru UIF.
- Definiția imaginii:
  - pe orizontală (în centru) minimum 450 linii;
  - pe verticală (în centru) minimum 500 linii.
- Distorsiunile geometrice ale rastrului pe verticală și orizontală:
  - maximum 10%.
- Parametrii căii de sunet:
  - Sensibilitatea limitată de raportul semnal-zgomot (26 dB): — 75 dB/mw pentru FIF; — 75 dB/mw pentru UIF.
  - Banda acustică: 100 Hz ... 10 000 Hz.
  - Puterea maximă utilizabilă: 1,5 w (la 10% distorsiuni) pentru receptoarele staționare.

## 2.

### Specificul recepției la mare distanță

În afara cunoașterii noțiunilor generale de televiziune, amatorii de recepție TV la mare distanță trebuie să mai cunoască o serie de noțiuni necesare înțelegerii specificului acestui mod de recepție.

Specificul recepției la mare distanță derivă din faptul că semnalul recepționat este, în general, de nivel extrem de mic (la limita sensibilității limitate de sincronizare a receptorului) și că nivelul său este fluctuant în timp.

Din aceste motive problema zgomotului la recepție va fi extrem de importantă, ea constituind criteriul principal avut în vedere la conceperea și realizarea instalației de recepție.

În cele ce urmează se vor analiza numai aspectele specifice ale recepției la mare distanță în gamele de FIF și UIF, urmînd că recepția în gama de SIF să fie descrisă în cap. 5.

#### 2.1. Zgomotul lanțului de televiziune

Prin zgomot în general se înțelege orice fel de semnal perturbator care se suprapune peste semnalul util, ceea ce duce în final la o înrăutățire a calității imaginii (și/sau sunetului) recepționate.

Cauzele apariției acestor perturbații pot fi mai multe. Unele din ele sînt datorate activității umane iar altele au cauze naturale.

Zgomotele (perturbațiile) datorate activității umane sînt:

- brumul de rețea;
- interferența;
- crosmodulația și intermodulația;
- etc.

Zgomotele naturale cu pondere mare într-un lanț de televiziune sînt următoarele:

- zgomotul termic;
- zgomotul datorat efectului de alicie;
- zgomotul  $1/f$ ;
- zgomotul stelar;
- zgomotul cosmic;
- etc.

Zgomotele datorită activității umane pot fi în general eliminate prin măsurile luate la proiectarea și realizarea instalației de recepție. Ele constau atît în alegerea schemei corecte a instalației de recepție, cît și în respectarea unor reguli tehnologice de realizare: antene directive, ecranări, plasarea corectă a componentelor în montaje, utilizarea unor componente adecvate, filtrarea

corespunzătoare a tensiunii de alimentare, etc. Acest tip de zgomote (perturbații) nu fac obiectul acestui capitol, de ele tinându-se totuși seamă la măsurile de îmbunătățire a recepției TV la mare distanță descrise la cap. 4.

Zgomotele naturale apar în lanțul de televiziune independent de activitatea umană și au cauze naturale, iar mărimea lor este funcție de materialele (componentele electronice utilizate). Evident că pentru a le minimiza efectul este necesară cunoașterea naturii lor.

În partea de recepție a unui lanț de televiziune, zgomotul datorat cauzelor naturale poate influența calitatea recepției numai în primele etaje funcționale, unde nivelul semnalului are valoare mică (eventual comparabilă cu cea a zgomotului). Presupunând că semnalul recepționat este fără zgomot, zgomotul poate apare în lanțul de recepție începând cu antena de recepție și continuând cu primele etaje amplificatoare la care ponderea principală a zgomotului este dată de elementele semiconducătoare (în general tranzistoarele amplificatoare de radio frecvență).

Dintre cauzele naturale cea mai importantă este „zgomotul termic”. Din acest motiv celelalte cauze sînt practic neglijate iar zgomotul termic este exprimat prin binecunoscuta relație:

$$e_{zr}^2 = 4kTRB, \text{ unde notațiile sînt următoarele:}$$

$e_{zr}$  — tensiune electromotoare de zgomot termic (tensiunea sursei de zgomot propriu);

$k$  — constanta lui Boltzman:  $1,38 \times 10^{-23}$  Ws/K;

$B$  — banda de frecvențe a sistemului de recepție (în Hz);

$T$  — temperatura ambiantă (în °K);

$R$  — rezistența sursei (în ohmi).

Avînd în vedere că în cazul instalațiilor de recepție se consideră că se lucrează în condiții de adaptare, atunci impedanța de sarcină este egală cu impedanța generatorului echivalent (de zgomot), deci, puterea de zgomot transferată este:

$P_z = kTB$ , iar puterea de zgomot pe unitatea de frecvență (Hz) este dată de relația:  $P_{zu} = kT$ .

În cazul în care temperatura ambiantă este de cca. 290 K, valoarea puterii de zgomot/Hz este de  $4 \cdot 10^{-21}$  W/Hz.

Indiferent de cauzele (naturale) ale zgomotului, schema echivalentă din punct de vedere al zgomotului a intrării unui circuit electronic de tip cuadripol este dată în fig. 2.1.

Zgomotul circuitelor dinaintea circuitelor de intrare sînt datorate generatorului de zgomot  $U_{zin}$ , cu rezistența de zgomot  $R_{zin}$ . Zgomotul propriu cuadripolului a fost localizat (în mod idealizat) la intrarea lui. El a fost echivalat cu generatorul de tensiune de zgomot propriu  $U_{zp}$ , cu impedanța  $R_{zp}$  (impedanța de intrare a cuadripolului).

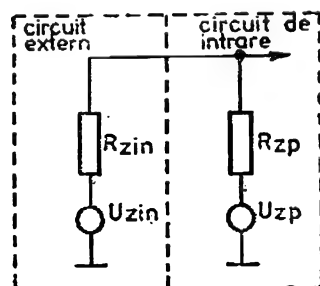


Fig. 2.1. Schema generatorului echivalent de zgomot.

#### 2.1.1. Moduri de caracterizare a comportamentului montajelor electronice din punct de vedere al zgomotului

Plecînd de la considerentele de mai sus, pentru a caracteriza din punct de vedere al zgomotului un montaj electronic se pot folosi doi parametri, echivalenți: factorul de zgomot și temperatura în exces.

a) *Factorul de zgomot*

Avind în vedere că în orice moment elementul care caracterizează calitatea unei recepții este raportul între puterea de semnal și puterea de zgomot, prin factorul de zgomot se înțelege raportul dintre raportul semnal-zgomot de la intrarea și raportul semnal-zgomot de la ieșirea unui etaj funcțional.

Notind cu  $P_s$  — puterea semnalului util și cu  $P_z$  — puterea de zgomot, factorul de zgomot notat cu  $F$  se poate defini:

$$F = \frac{(P_s/P_z)_{in}}{(P_s/P_z)_{ie}}.$$

De aici se stabilesc o serie de relații utilizate în practica recepției la mare distanță:

$$F = \frac{1}{A_p} \frac{P_{z,ie}}{P_{z,in}} = 1 + \frac{P_{zp}}{P_{z,in}}$$

unde cu  $A_p$  s-a notat amplificarea în putere a cuadripolului și cu  $P_{zp}$  — puterea de zgomot propriu (produs la intrarea cuadripolului (vezi fig. 2.1.).

$F$  poate fi exprimat și în dB:

$$F[\text{dB}] = 10 \log F.$$

În concluzie, prin  $F$  se poate aprecia cu cit se înrăutățește raportul semnal-zgomot la trecerea semnalului printr-un anumit circuit.

Evident că dacă circuitul nu are zgomot propriu,  $P_{zp} = 0$ , deci  $F = 1$ , sau  $F[\text{dB}] = 0$ .

b) *Temperatura în exces*. Este un alt parametru care poate caracteriza comportamentul unui circuit din punct de vedere al zgomotului. În această exprimare se pleacă de la expresia puterii de zgomot a unui rezistor la temperatura ambiantă, care este:

$P_z = kTB$ . Considerind că puterea de zgomot a etajului analizat s-ar datora unei temperaturi echivalente, deci mai mare, atunci  $P_z = kT_E B$ , unde cu  $T_E$  s-a notat temperatura echivalentă în exces față de cea ambiantă, la care un rezistor echivalent, de valoarea rezistenței de intrare a cuadripolului ar produce aceeași putere de zgomot cu cuadripolul. Înlocuind în relație rezultă  $F = 1 + \frac{T_E}{T_0}$ , unde cu  $T_E$  s-a notat temperatura echivalentă (în exces) iar cu  $T_0$  temperatura de referință (uzual 290 K).

Din aceasta rezultă că totdeauna există o corelație între factorul de zgomot și temperatura în exces, ele fiind două moduri de exprimare (echivalente) ale comportamentului unui circuit electronic din punct de vedere al zgomotului.

Nomograma cu corespondența factor de zgomot — temperatură echivalentă rezultată din relația de mai sus este dată în fig. 2.2.

Mai trebuie reamintite relațiile care exprimă factorul de zgomot, respectiv temperatura echivalentă, în cazul unui lanț de circuite electronice caracterizate fiecare prin factorul de zgomot (sau temperatura echivalentă) și amplificarea — vezi fig. 2.3.

Relațiile sînt valabile pentru o cascadă de trei etaje, ele putînd fi extinse în continuare oricît, deși ponderea etajelor următoare este practic nesemnificativă:

•  $F = F_1 + \frac{F_2 - 1}{A_1} + \frac{F_3 - 1}{A_1 \cdot A_2}$ , unde cu  $F$  s-a notat factorul de zgomot echivalent al celor trei etaje în cascadă, iar cu  $F_1, A_1, F_2, A_2, F_3, A_3$  factorul de zgomot și amplificarea fiecăruia dintre cele trei etaje;

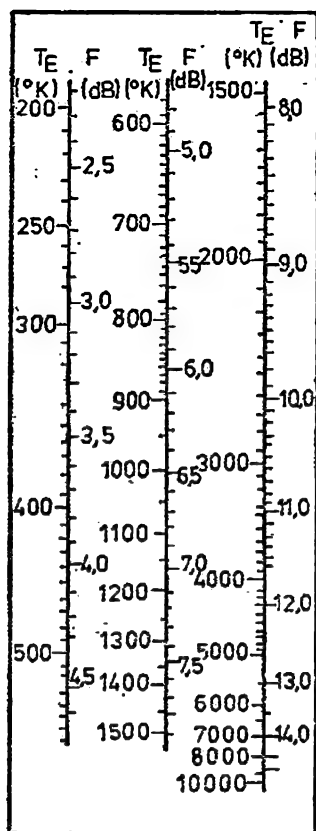


Fig. 2.2. Corespondența între factorul de zgomot  $F$  [dB] și temperatura echivalentă de zgomot în exces  $T_E$ .

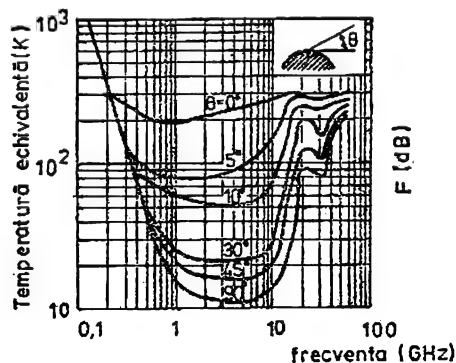


Fig. 2.4. Caracteristica temperatură echivalentă — frecvență, funcție de unghiul de înclinare al antenei.

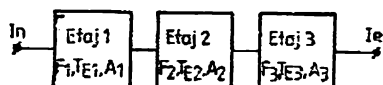


Fig. 2.3. Cascadă de 3 etaje de prelucrare a semnalului.

•  $T_{E1} = T_{E1} + \frac{T_{E2}}{A_1} + \frac{T_{E3}}{A_1 \cdot A_2}$ , unde cu  $T_{E1}$  s-a notat temperatura echivalentă a celor trei etaje în cascadă, iar cu  $T_{E1}$ ,  $T_{E2}$  și  $T_{E3}$  temperaturile echivalente ale celor trei etaje.

Așa cum reiese din cele două relații cit și intuitiv, raportul semnal zgomot al unei instalații de recepție corect proiectată este determinat în principal de primele etaje ale instalației, aportul următoarelor fiind aproape neglijabil.

### 2.1.2. Zgomotul antenei de recepție

Cel mai mic nivel al semnalului recepționat apare pe antena de recepție care culege cimpul electromagnetic emis în spațiu de emițător și-l transformă într-o tensiune (putere) de semnal care este disponibilă pentru prelucrările ulterioare din lanțul de recepție. În mod uzual se consideră valabilă (și se aplică) și la antenele din gamele de FIF și UIF formula prin care zgomotul este dat de relația:

$e_a^2 = 4KT_a R_a B$ , unde cu  $R_a$  s-a notat impedanța caracteristică a antenei în banda de recepție, iar cu  $T_a$  temperatura absolută a mediului.

În realitate  $T_a$  nu este exact temperatura mediului, ea fiind funcție de gama de frecvențe recepționate și de unghiul sub care antena are înclinat lobul de directivitate față de tangenta la suprafața pământului.

Diagrama care dă curbele de variație ale temperaturii echivalente de zgomot (respectiv factorul de zgomot) funcție de frecvența de lucru și de unghiul față de tangenta la suprafața pământului este dată în fig. 2.4.

Din diagramă se vede că antenele destinate recepției terestre,  $\theta = 0^\circ$ , în gamele de FIF și UIF pot fi considerate cu o oarecare aproximație ca avînd temperatura echivalentă egală cu temperatura mediului ambiant (200...300 K).



### 2.1.3. Zgomotul amplificatorului de radiofrecvență

În orice instalație de recepție semnalul de radiofrecvență de la antenă se aplică unui etaj amplificator de radiofrecvență. Zgomotul acestui etaj se suprapune peste semnalul (și zgomotul existent deja) recepționat, înrăutățindu-i raportul semnal-zgomot. În acest caz un rol principal îl joacă circuitul de intrare al amplificatorului și zgomotul amplificatorului propriu-zis (elementul semiconductor în majoritatea cazurilor).

Orice element semiconductor utilizat ca amplificator de radiofrecvență (uzual tranzistor bipolar sau tranzistor cu efect de cimp) este caracterizat prin faptul că este și un generator de zgomot. În general în documentațiile tehnice caracterizarea din punct de vedere al zgomotului se face prin intermediul parametrelui  $F$ , cu indicarea condițiilor de măsură; punctul static de funcționare și impedanța generatorului de zgomot (pentru obținerea zgomotului minim). Pentru proiectare, fabricanții de dispozitive semiconductoare (tranzistoare) dau și curbele numite de izo- $F$ , adică domeniul de impedanțe, de intrare (generator zgomot) pentru care factorul de zgomot al tranzistorului are valoare constantă. Cu titlu de exemplu, în fig. 2.5. este reprezentată o asemenea caracteristică, corespunzătoare unui tranzistor special dezvoltat pentru a fi utilizat ca amplificator de radiofrecvență. Din caracteristică se remarcă faptul că valoarea minimă a factorului de zgomot se obține pentru o anumită valoare a impedanței generatorului echivalent de la intrarea receptorului, în cazul nostru o impedanță complexă de cca.  $(50 + j50)$  ohmi ceea ce înseamnă o rezistență de cca 50 ohmi și o inductanță de ordinul a  $1,5-10^{-3}$   $\mu$ H. Orice altă valoare a impedanței generatorului duce la mărirea factorului de zgomot. De exemplu, un generator cu  $Z_g = 100$  ohmi face ca factorul de zgomot  $F$  să aibă valoarea 2,5 dB.

În consecință, un amplificator de radiofrecvență va avea un factor de zgomot real  $F_R[\text{dB}] = F_i + \Delta F_1 + \Delta F_{at}$ , unde cu  $F_i$  — s-a notat factorul de zgomot ideal, al dispozitivului semiconductor;  $\Delta F_1$  — reprezintă aportul dezadaptării la zgomot a intrării amplificatorului (cu cât impedanța prezentată de circuitul de intrare la intrarea dispozitivului semiconductor diferă mai mult de impedanța de zgomot optim cu atât  $\Delta F_1$  este mai mare). În curbele izo- $F$  se reprezintă deci  $F_i + \Delta F_1 \cdot \Delta F_{at}$  reprezintă aportul atenuării introduse de circuitul de intrare la factorul de zgomot. Practic,  $\Delta F_{at}$  este egal cu atenuarea (în dB) a acestui circuit.

Este evident că în practică în general cele două suplimentări de zgomot  $\Delta F_1$  și  $\Delta F_{at}$  acționează în sens invers. Pentru a obține o adaptare optimă la zgomot — minimum  $\Delta F_1$  — este necesar un circuit de intrare cu pierderi de inserție mai mari — și deci crește  $\Delta F_{at}$ . Pentru pierderi mici pe circuitul de intrare  $\Delta F_{at}$  minim, crește  $\Delta F_1$  datorită dezadaptării la zgomot.

În amplificatoarele de radiofrecvență se caută compromisul optim prin care  $\Delta F_1 + \Delta F_{at}$  are valoarea minimă.

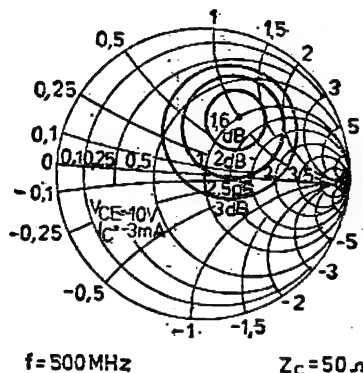


Fig. 2.5. Curbele de izo- $F$  corespunzătoare unui tranzistor de tip BFT 95 la 500 MHz, reprezentate pe diagrama cercului normalizat la 50 ohmi.

#### 2.1.4. Calitatea imaginii funcție de raportul semnal/zgomot

Calitatea imaginii recepționate cu un receptor TV care funcționează la parametri nominali este practic funcție numai de raportul semnal-zgomot.

În funcție de raportul dintre nivelul semnalului și cel al tensiunii de zgomot (perturbatoare) s-a stabilit statistic nivelele corespunzătoare diferitelor calități ale imaginii.

În fig. 2.6 se dă corespondența calitatea imaginii-raportul semnal-zgomot (dB) al semnalului pentru un receptor alb-negru (sau color la care aprecierea nu se face pe culoare).

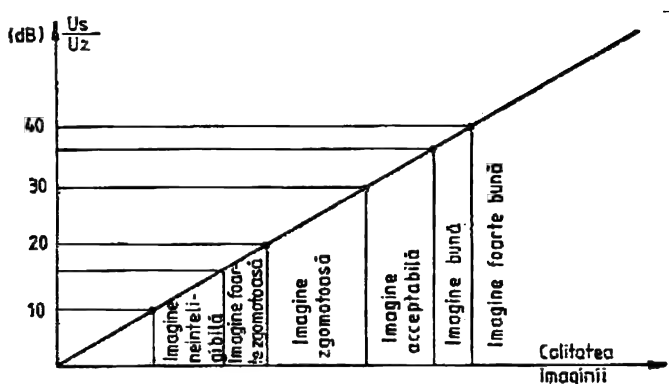


Fig. 2.6. Corespondența dintre raportul semnal-zgomot și calitatea imaginii.

## 2.2. Propagarea undelor electromagnetice la mare distanță

În cele ce urmează interesează numai caracteristicile propagării undelor metrice și decimetrice (gamele FIF și UIF) în domeniul cărora se face radio-difuzarea clasică a emisiunilor de TV.

Propagarea undelor electromagnetice din acest domeniu de frecvență (50 ... 850 MHz) are caracteristici asemănătoare cu propagarea undelor luminoase:

- Se propagă cu viteză constantă în mediul omogen. Viteza de propagare este dată de relația:  $v = \lambda f$ , unde  $f$  este frecvența iar  $\lambda$  — lungimea de undă corespunzătoare mediului. În vid viteza de propagare, notată cu  $c$ , are valoarea  $c = 300\,000$  km/s. În alte medii, viteza de propagare, este funcție de constanta dielectrică relativă,  $\epsilon_r$ , și de permeabilitatea relativă a mediului

$$\mu_r: v = \frac{c}{\epsilon_r \cdot \mu_r}.$$

- Într-un mediu omogen, propagarea are caracter rectiliniu.

- Pe suprafața de separare a două medii diferite, undele metrice și decimetrice suferă fenomene de reflexie și refracție, funcție de indicii de refracție ai mediilor și de unghiul de incidență al direcției de propagare cu suprafața de separare.

- Caracteristic undelor din acest domeniu de frecvență este faptul că în general proprietățile electrice ale solului au influență mică asupra propagării.

În cazul recepției TV la foarte mare distanță se pot defini două tipuri de recepție:

- recepția directă la care cele două antene TV, de emisie — respectiv recepție, sînt în limita vizibilității directe;
- recepție temporară sau accidentală, unde cele două antene se află la distanțe mai mari decît distanța de vizibilitate directă iar recepția se bazează pe apariția temporară a unor discontinuități în mediul de propagare al undelor electromagnetice.

### 2.2.1. Recepția directă

Prin recepție directă se înțelege recepția TV la care cele două antene sînt în zona de vizibilitate directă. Propagarea fiind rectilinie, distanța maximă la care se pot recepționa direct undele metrice sau decimetrice este dată de relația:  $d = \sqrt{2R} (\sqrt{h_e} + \sqrt{h_r})$  unde elementele sînt cele din fig. 2.7 și au următoarele semnificații:  $R$  este raza pămîntului de 6 370 km;  $h_e$  este înălțimea antenei de emisie; iar  $h_r$  — înălțimea antenei de recepție. Uzual, considerînd un emițător terestru cu o antenă înaltă de cîteva sute de metri (la o altitudine de ordinul a 100—2000 m) și un receptor cu o antenă de ordinul citorva zeci de metri, rezultă distanța de vizibilitate directă de ordinul a 100 ...150 km.

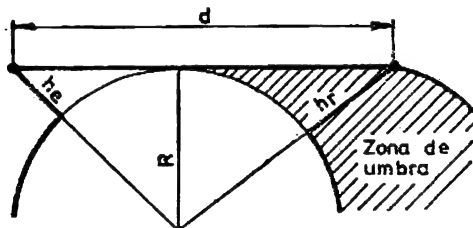


Fig. 2.7. Distanța de vizibilitate directă.

În zona de vizibilitate directă nivelul semnalului de televiziune captat de o antenă de recepție depinde de următoarele elemente:

- este direct proporțional cu câștigul antenei de emisie;
- este direct proporțional cu câștigul antenei de recepție;
- este direct proporțional cu puterea emițătorului;
- este invers proporțional cu pătratul distanței dintre emițător și receptor.
- este influențat de obstacolele din zona de vizibilitate (uzual construcțiile din zonele urbane).

Avînd în vedere cele mai de sus este evident că chiar în zona de vizibilitate directă vor apare probleme la recepția emisiunilor TV emise cu putere redusă sau chiar mare, la care receptorul se află spre limita distanței de vizibilitate directă, fenomen cu alit mai supărător cu cit receptorul se află plasat într-o zonă urbană cu construcții înalte.

Recepția directă este caracterizată prin faptul că are caracter permanent. Calitatea imaginii recepționate depinde în general de factorii fizici ai atmosferei, însă într-o măsură mai mică. În general, pe o instalație de recepție judicios realizată fluctuațiile de nivel sînt mai mici de 1:10 (sub 20 dB).

### 2.2.2. Recepția temporară (accidentală)

Recepția temporară sau accidentală este recepția datorată unor fenomene naturale care crează discontinuități în mediul de propagare și deci reflexii și refracții ale undelor electromagnetice. Datorită lor este posibilă recepția

unor emisiuni TV la distanțe mult mai mari decât distanța de vizibilitate directă. În acest sens se cunosc cazuri de recepție a unor emisiuni TV la distanțe de mii de km. Acest tip de recepție are un caracter temporar, durata unei recepții putând fi de la câteva secunde până la zile sau săptămâni întregi. În funcție de cauzele care generează fenomenul, recepția poate să prezinte un caracter periodic (lunar, anual etc.) sau poate să fie nerepetitivă.

Cele mai cunoscute forme de recepție la foarte mare distanță, dincolo de distanța de vizibilitate directă sînt:

#### *a. Recepția troposferică*

Troposfera este partea cea mai de jos a atmosferei. Ea se întinde de la suprafața pămîntului pînă la o altitudine de cca 7000 m. Datorită anumitor fenomene naturale care se petrec în această zonă și care pot favoriza propagarea undelor electromagnetice, pot apare cazuri de recepție la foarte mare distanță.

Fenomenul apare în perioada de sfîrșit de vară — început de toamnă, cînd vremea este foarte stabilă, cu zile clare fără nori. La căderea serii, vremea se răcește brusc ceea ce duce la formarea ceții în special în zonele de apropiere a coastelor marine sau a marilor lacuri. În aceste condiții apare o îmbunătățire sesizabilă a propagării la mare distanță, de la înserare, pe tot timpul nopții pînă a doua zi dimineață cînd datorită soarelui dispare ceața dispărînd și fenomenul propagare la mare distanță. Acest tip de propagare este sesizat în special de amatori de recepție din zona litoralului. Recepția troposferică este de obicei însoțită de fenomenul de fading fie numai pe imagine, fie numai pe sunet sau chiar pe imagine și sunet simultan.

Recepția troposferică este caracteristică frecvențelor superioare a 150 MHz (deci banda 3 FIF și UIF).

Distanțele maxime la care s-au recepționat emisiuni TV în canalele benzii 3 FIF sau canalele UIF prin intermediul troposferei sînt de ordinul a 1 500—2 000 km.

#### *b. Sporadic E*

Stratul *E* este unul dintre cele 4 straturi ale ionosferei aflate la nivelele înalte ale atmosferei (celelalte sînt  $F_1$ ,  $F_2$  și  $D$ ). Stratul *E* se află la o înălțime de ordinul a 120 km. Uzual aceste straturi nu reflectă decât undele electromagnetice de frecvențe mai reduse — undele scurte radio — ele fiind „transparente” undele din gama FIF și UIF de TV, care le străbat și se pierd în spațiu.

În anumite momente însă, cînd ionizarea stratului *E* este extrem de puternică apar reflexii ale undelor electromagnetice cu frecvența de pînă la 100 MHz (deci canalele din benzile 1 și 2 FIF) făcînd posibilă recepția TV la distanțe de ordinul a 1 000 km.

Ionizarea stratului *E* are un caracter sporadic, cauzele care o provoacă nefiînd încă bine cunoscute. În acest sens există mai multe ipoteze asupra cauzelor ionizării dintre care cele mai cunoscute sînt:

- ploaia de praf meteoritic;
- descărcările electrice din timpul furtunilor;
- „vîntul ionosferic” care produce neregularități în stratul *E*;
- activitatea solară;
- etc.

Este posibil ca toate aceste cauze să provoace ionizarea excesivă a stratului *E*.

În general, ionizarea sporadică a stratului *E* (deci și recepția la distanță datorită acestui fenomen) este mai frecventă în perioada lunilor de vară iar în anumiți ani apare un vîrf de activitate la mijlocul iernii.

Zona ionizată puternic (numită și norul ionizat) a stratului *E* poate fi de dimensiuni mai mici sau mai mari și se poate deplasa cu viteze de pînă la 500 km/oră. Din cauza acestor deplasări este posibil ca să se recepționeze consecutiv mai multe emisiuni pe același canal, provenind de la emițătoare mai apropiate sau mai depărtate, funcție de deplasarea zonei ionizate.

Zona de recepție în cazul acesta poate fi cuprinsă între cca 800 și 2400 km, trecerea de la un program la altul se face brusc pe ecran iar durata recepției fiecărei emisiuni este comparativă, raportul maxim al duratei în timp fiind de la 1:3.

Recepția de tip sporadic *E* la distanțe de pînă 1500 km, cel mai frecvent întîlnită are câteva caracteristici tipice:

- nivelul semnalului în anumite momente (în special la apariție) poate să atingă valori foarte mari pînă la a bloca receptorul;

- datorită reflexiilor multiple din stratul *E* apar imagini cu una sau mai multe dubluri;

- acționează asupra undelor electromagnetice de frecvență inferioară a 100 MHz (benzile 1 și 2 FIF). Foarte rar este semnalată și la canalele inferioare ale benzii 3 FIF.

- durata recepției poate fi de câteva minute pînă la câteva ore.

În general acest tip de recepție dă rezultate spectaculoase și este mult căutat de amatorii începători de recepție la mare distanță datorită faptului că nu necesită instalații sofisticate de recepție, nivelul semnalului recepționat avînd valoare mare sau chiar foarte mare.

#### *c. Stratul F2*

Stratul *F2* face parte tot din ionosferă și este superior stratului *E*, altitudinea sa fiind de ordinul a 300 km. În momentul de maximă activitate solară, în timpul zilelor de iarnă, stratul *F<sub>2</sub>* este puternic ionizat datorită radiației ultraviolete a soarelui, putînd reflecta undele electromagnetice și făcînd posibilă recepția la distanțe de peste 4000 km. Caracteristicile acestui mod de propagare sînt următoarele:

- au direcție preferențială de propagare N-S;

- prezintă imagini multiple datorită unor reflexii multiple fenomen mult mai pregnant decît în cazul sporadic *E*;

- este caracteristică numai semnalelor de pe canalele benzii 1 FIF.

#### *d. Ploaia de meteoriți*

În timpul rotirii pămîntului în jurul soarelui, el întîlnește o serie de particule materiale de dimensiuni mici (în majoritatea cazurilor cu diametrul mai mic de 5 mm). Acestea pătrund în straturile superioare ale atmosferei, unde prin frecare se aprind și ard, dînd naștere la fenomenul cunoscut sub numele de „stele căzătoare”. În funcție de mărimea lor, a unghiului de incidență și a vitezei, ele pot pătrunde pînă în stratul *E* al ionosferei, la cca. 120 km. de suprafața pămîntului. Datorită arderii se produce o ionizare locală puternică a zonei. Dacă densitatea acestor meteoriți este mare, formînd o „ploaie meteoritică”, ionizarea zonei este puternică și efectul reflexiei în zonă este comparabil cu cel produs de ionizarea sporadică a stratului *E* (punctul *b*), cu mențiunea că de data aceasta durata propagării este de ordinul secundelor.

Acest tip de recepție bazat pe reflexia datorită ionizării puternice a stratului *E* al ionosferei poate apare practic în orice perioadă a anului, ea apărînd de obicei dimineața foarte devreme.

Pentru a încerca recepția unor emisiuni TV la foarte mare distanță prin intermediul reflexiei provocată de „ploaia de meteoriți” este necesară utilizarea unor instalații mai sofisticate de recepție și orientarea lor spre anumite zone ale cerului unde poate apare — funcție de sezon — fenomenul. Recepția datorată ploii meteoritice este caracteristică gamei de FIF, banda 1, banda 2 și canalele inferioare ale benzii 3.

#### *e. Propagarea datorată unor cauze speciale*

În afara celor patru cauze enumerate mai sus există încă o mulțime de alte cauze care pot (sau se presupune că pot) favoriza propagarea la mare distanță a undelor electromagnetice din gamele FIF și UIF-TV.

Datorită probabilității lor foarte mici de apariție în practica amatorilor de recepție vor fi menționate numai, fără a intra în amănunte:

- recepția prin intermediul reflexiei pe aurorele boreale;
- reflexii datorită fulgerelor;
- reflexii datorită avioanelor care zboară la foarte mare înălțime;
- reflexii datorită anomaliilor de câmp magnetic terestru.

Aceste patru cauze pot provoca ipotetic reflexii care să favorizeze propagarea la mare distanță pe durată mică.

Din informațiile de care dispune autorul reiese că practic pe teritoriul țării noastre n-au fost semnalate până acum cazuri de recepție TV la mare sau foarte mare distanță de acest tip.

## 2.3. Instalația de recepție TV la mare distanță

Pentru recepția TV în general și pentru recepția TV la mare distanță în special este necesară realizarea unor instalații de recepție cât mai performante.

### 2.3.1. Instalație de recepție la mare distanță pentru un canal TV

Schema bloc a unei instalații de recepție la mare distanță este dată în fig. 2.8.

În principiu schema bloc este simplă. Ea se compune dintr-o antenă, 1, cablul de coborîre, 2 și 4, un amplificator, 3, intercalat pe traseul cablului de coborîre și receptorul TV propriu-zis, 5.

Importante în acest lanț de recepție sînt performanțele elementelor care-l constituie. Din acest motiv fiecare element al instalației de recepție trebuie analizat separat, pentru a-i pune în evidență parametrii cei mai importanți din punctul de vedere al recepției la mare distanță.

#### (1) Antena

După cum se știe, antena este elementul care captează semnalul sub formă de câmp electromagnetic emis de emițător și-l furnizează la bornele sale sub forma unui semnal electric — tensiune pe impedanța caracteristică (sau putere) — care urmează a fi transmis la intrarea receptorului TV.

În general în recepția TV din gamele de FIF și UIF sînt utilizate antene de tip Yagi, sau asemănătoare, care au la bază rezonanța în câmp electric, *E*.

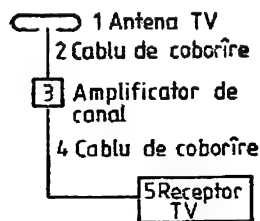


Fig. 2.8. Schema bloc a instalației de recepție la mare distanță.

Din acest motiv elementele acestor antene au lungimi dependente de lungimea de undă și sint acordate pe un anumit canal, sau pe un grup de canale. Pentru a aprecia eficacitatea antenei se compară semnalul recepționat de o astfel de antenă cu semnalul recepționat în același condiții de câmp de cea mai simplă antenă de tip dipol îndoit în  $\lambda/2$ . Raportul dintre cele două semnale se numește „cîștigul antenei” și este practic cel mai important parametru al unei antene utilizate în recepția la mare distanță.

Este evident că pentru a obține o recepție cît mai bună este necesar ca să se utilizeze antene cu cîștig cît mai mare. În același timp construcția unei antene cu cîștig mare este limitată de o serie de factori tehnici ca de exemplu dimensiunea mare a antenei care pune probleme mecanice importante de fixare (ancorare, rigidizare etc.). Din aceste motive, la construirea unei antene totdeauna se caută compromisul optim între obținerea unui cîștig cît mai mare și realizarea unei construcții cît mai simple. Datorită faptului că antenele TV sint în general antene acordate pe canal, cu cît frecvența canalului este mai mare, cu atît antena poate fi realizată cu mai multe elemente, deci cu cîștig mai mare.

Avînd în vedere aceste considerente, în recepția TV la mare distanță se utilizează de obicei antene de cîștig mare, însă cu valori diferențiate pe benzi datorită dificultăților mecanice de realizare și fixare.

Uzual, pentru antenele folosite în recepția la mare distanță cîștigurile minime necesare sint:

- 6 dB pentru benzile 1 și 2;
- 10 dB pentru banda 3;
- 14 dB pentru UIF.

Așa cum s-a arătat la paragraful 2.1.2, zgomotul propriu al unei antene FIF sau UIF pentru recepție terestră (orientare cu lobul de directivitate paralel la tangenta suprafeței pămîntului) este echivalent cu zgomotul produs de un rezistor cu rezistența egală cu impedanța caracteristică, aflat la temperatura ambiantă. În cazul adaptării, puterea de zgomot pe unitatea de bandă de frecvențe (1Hz) este  $P_{zu} = KT = 4 \cdot 10^{-21}$  WHz. Considerînd cazul recepției unui canal OIRT cu banda video de ordinul a 6 MHz și impedanța caracteristică a antenei de 75 ohmi, rezultă că zgomotul propriu al antenei este de cca 1,34  $\mu$ V.

Luînd în considerare corespondența statistică calitatea imaginii — raport semnal zgomot (fig. 2.6) rezultă că în cazul absolut ideal în care instalația de recepție nu are zgomot propriu, antena singură stabilește limita semnalului minim necesar pentru recepția unei imaginii inteligibile dar foarte zgomotoasă ( $\frac{U_s}{U_z} = 16$  dB), la  $U_s \simeq 8 \mu$ V. Pentru imagine bună, semnalul necesar este de cca 80  $\mu$ V ( $\frac{U_s}{U_z} \geq 36$  dB). Acesta este un caz idealizat, deoarece receptorul are zgomot propriu care face ca semnalul necesar să fie mult mai mare pentru a se obține calitatea respectivă a recepției.

Important este ca din exemplul dat să se înțeleagă că orice instalație de recepție are limitele sale tehnice și că una dintre limitările cu pondere mare este introdusă de însăși antena de recepție; chiar în cazul în care este ideală din punct de vedere al zgomotului, cu ea nu pot fi recepționate decît emisiunile TV al căror semnal depășește un anumit nivel.

De aici reiese și importanța cîștigului antenei. Cu cît cîștigul antenei este mai mare, cu atît semnalul furnizat de antenă la bornele sale este mai mare, deci calitatea imaginii crește.

În afara câștigului, un alt parametru important al antenei care condiționează calitatea recepției la mare distanță este caracteristica sa de direcționalitate. Deoarece recepția la distanță presupune nivele mici de semnal, orice alt semnal din aceeași gamă de frecvență sau din apropiere, chiar dacă este de nivel mic poate provoca perturbarea recepției. O caracteristică de direcționalitate cu lob îngust are drept consecință eliminarea unei întregi serii de semnale perturbatoare ale căror surse nu sînt exact pe direcția de orientare a antenei și deci duce la îmbunătățirea calității imaginii.

## (2) (4) *Cablul de coborîre*

Cablul de coborîre (sau feeder în limba engleză) asigură transportul semnalului electric de radiofrecvență de la antenă la receptor (sau amplificatorul de antenă în cazul analizat din fig. 2.8).

În practica recepției TV se utilizează două tipuri de cabluri: cablul coaxial cu impedanța caracteristică de 75 ohmi și cablul bifilar cu impedanța caracteristică de 300 ohmi.

Atît în lume cît și în țara noastră cele două tipuri de cabluri se fabrică în mai multe variante, fiecare dintre ele avînd însă parametrii electrici stabiliți prin normele și standardele de produs.

La utilizare, alegerea unuia sau a altuia dintre cele două tipuri de cabluri se face avînd în vedere atît considerente tehnice cît și considerente economice. Principalele caracteristici tehnico-economice comparative ale celor două tipuri de cabluri sînt următoarele:

— atenuarea cablului bifilar (paralel) este mai mică decît cea a cablului coaxial. În tabelul 2.1. este dată atenuarea a două cabluri tipice coaxial și bifilar de bună calitate, funcție de frecvență;

*Tabelul 2.1.*

*Atenuarea în dB/100 m a cablurilor uzuale de înaltă frecvență*

Frecvența (MHz)	50	100	200	500	700
Cablul bifilar nscat	3	4,8	7	13	17
Cablu bifilar ud	5,5	> 9,6	22	50	85
Cablu coaxial	6,5	9,5	14	24	29

— parametrii tehnici și în special atenuarea cablului bifilar sînt puternic influențați de condițiile atmosferice (vezi influența umidității asupra atenuării pe linia a doua din tabelul 2.1). În același condiții de umiditate, parametrii cablului coaxial sînt practic neinfluențați;

— cablul coaxial asigură o protecție bună a semnalului transportat față de perturbațiile electrice ale mediului, în timp ce cablul bifilar este practic neprotejat;

— timpul de viață al cablului coaxial este mai mare decît cel al cablului bifilar în același condiții atmosferice de exploatare. Pentru clima din țara noastră timpii de viață statistic determinați pentru cele două tipuri de cabluri sînt circa 8 ani la cablul coaxial și circa 2 ani la cablul bifilar;

— costul cablului coaxial este de circa patru ori mai mare decît cel la cablului bifilar.

Avînd în vedere cele de mai sus, în instalațiile de recepție la mare și foarte mare distanță se folosește aproape exclusiv cablul coaxial. De altminteri, în continuare cînd se va vorbi de cablul de coborîre fără alte precizări se va înțelege cablul coaxial de 75 ohmi.



De asemenea, la alegerea cablului de coborire, trebuie avut în vedere modul de realizare a armăturii exterioare a cablului coaxial de coborire. Într-o instalație de recepție la mare distanță se va folosi numai cablu coaxial cu armătura exterioară (mantana) realizată din fire de cupru (eventual cositorite) împletite (ca un tricotaj). Se va evita folosirea în aceste instalații cabluri la care armătura exterioară este realizată din fire răsucite pe miez (ca un bobinaj — fără împletitură) sau realizat din folie metalizată.

Funcție de lungimea sa (și de frecvența semnalului transportat) cablul de coborire va introduce o atenuare a semnalului care în general este mai mare decât cea dată în documentații ca fiind caracteristică aceluia tip de cablu.

Cresțerea atenuării se datorează în special faptului că în realitate într-o instalație de recepție nu se lucrează perfect adaptat, impedanțele de intrare, respectiv de ieșire ale cablului putând diferi mult de impedanța sa caracteristică (uzual în gama 25%...300%).

Atenuarea introdusă deci de cablul de coborire face ca nivelul semnalului aplicat la intrarea receptorului (sau a amplificatorului de antenă) să scadă și deci zgomotul propriu primului etaj de amplificare din lanț să aibă pondere mare asupra semnalului. Din punct de vedere al factorului de zgomot înseamnă înrăutățirea lui pe lanțul de recepție.

Din acest motiv, în general la instalațiile de recepție la mare distanță se utilizează amplificatoare de antenă cu zgomot mic, montate cât mai aproape de antenă, a căror amplificare este mai mare decât atenuarea cablului conectat între amplificator și intrarea receptorului. În acest mod se elimină efectul nedorit al atenuării cablului de coborire.

De asemenea, tot în vederea reducerii la maximum a atenuărilor datorate dezadaptărilor, se recomandă ca tronsonul de cablu antenă — amplificator să fie un număr întreg de  $\lambda/2$  (corespunzător canalului și cablului respectiv) — vezi la anexe tabelul cu lungimile fizice de cablu coaxiale și bifilare, uzuale, corespunzătoare lui  $\lambda/2$ .

### (3) Amplificatorul de antenă:

În cazul recepției la mare sau foarte mare distanță utilizarea unui amplificator de antenă în instalația de recepție devine condiție obligatorie.

Un amplificator de antenă poate fi caracterizat de mai mulți parametri tehnici, dintre care trei sînt cei mai importanți din punct de vedere al recepției la mare distanță:

— *factorul de zgomot*, sau altfel spus zgomotul propriu pe care-l introduce în instalația de recepție. Avînd în vedere că el este primul etaj de amplificare al lanțului, practic zgomotul său propriu va caracteriza zgomotul întregului lanț. Se reamintește faptul că dacă amplificarea primului etaj amplificator este destul de mare, factorul de zgomot al unui lanț de amplificatoare va fi practic egal cu factorul de zgomot al primului etaj amplificator.

— *amplificarea* amplificatorului trebuie să aibă o valoare suficient de mare pentru a compensa pierderile pe circuitul dintre amplificator și receptorul TV (în schema bloc simplificată din fig. 28 — tronson de cablu de coborire, 4) și în cazul în care factorul său de zgomot este mai mic decât cel al receptorului, să prezinte și o rezervă de 15÷20dB care să asigure transferarea factorului său de zgomot asupra întregii instalații. Ultima condiție poate fi înțeleasă ușor considerînd că întregul lanț de la intrarea amplificatorului pînă la intrarea receptorului TV constituie un singur cuadripol. Amplificarea sa echivalentă va fi formată din amplificarea amplificatorului minus atenuarea circuitelor următoare (în exemplu cablul de coborire). Pentru ca tot ansamblul de recepție începînd de la amplificator și sfîrșind cu receptorul să fie caracterizat de factorul de zgomot al amplificatorului echivalent trebuie

ca amplificarea sa să fie de 15...20 dB. În practică se remarcă faptul că o rezervă de cca 10 dB este absolut suficientă;

— *selectivitatea* sau separarea în frecvență a semnalelor electrice este unul dintre parametrii electrici ale căror valori trebuie stabilite de la caz la caz, funcție de scopul urmărit la realizarea instalației de recepție. Sînt cazuri în care se urmărește recepționarea unui anumit program TV aflat la mare distanță. Pentru acest caz selectivitatea devine un parametru esențial, creșterea ei ducînd la o protecție suplimentară a recepției împotriva perturbațiilor electrice de orice natură și în plus contribuie esențial la îmbunătățirea modulației încrucișate. Sînt cazuri în care se urmărește recepționarea mai multor programe TV dintr-o gamă de frecvențe. În acest caz se impune utilizarea unor amplificatoare de bandă largă utilizînd tranzistoare cu calități superioare din punct de vedere al modulației încrucișate. Toate acestea vor fi analizate la cap. 3.

#### (5) *Receptorul de televiziune*

Receptorul de televiziune este ultima verigă a lanțului de televiziune. El primește semnalul de la antenă (prin intermediul cablului de coborîre și al amplificatorului) și după o serie de prelucrări considerate cunoscute de amatori de recepție la distanță — îl transformă în imagine, respectiv sunet.

Receptoarele de TV fiind niște aparate standard (cu parametrii standardizați) s-ar părea la prima vedere că asupra lor nu se mai poate interveni în nici un fel în vederea îmbunătățirii recepției TV la mare distanță.

În realitate, datorită specificului recepției la mare distanță (în special semnal de nivel mic cu zgomot comparabil cu semnalul) se pot aduce totuși o serie de îmbunătățiri receptorului, eficiența lor fiind funcție de schema instalației de recepție și de tipul receptorului TV utilizat. O parte dintre acestea vor fi dezvoltate la cap. 3. Aici vor fi numai enumerate:

— reducerea benzii de trecere în vederea reducerii zgomotului pe imagine (avînd în vedere că zgomotul cel mai supărător pentru ochi este plasat în gama de frecvențe video superioară a 2,5 MHz);

— forțarea din exterior a funcționării anumitor moduri la televizoarele color (de exemplu forțarea sistemului PAL sau SECAM) atunci cînd datorită zgomotului prea mare televizorul nu recunoaște automat sistemul;

— echiparea receptorului cu montaje care să permită și recepționarea unor programe TV emise pe alte norme (standarde și sisteme) decît cea conform căreia a fost el realizat.

### 2.3.2. **Tipuri de instalații de recepție uzuale pentru recepția la mare distanță**

Pînă acum a fost vorba numai de instalații destinate recepționării unui singur canal TV.

În practică, situația cea mai frecvent întîlnită este aceea în care instalația este destinată recepționării mai multor programe TV, eventual cu nivele diferite de cîmp în zona respectivă.

În cazul recepției la mare distanță există două tendințe:

a) recepția la mare distanță a unor programe TV despre care se cunosc date tehnice ca de exemplu: canalul de emisie, direcția propagării, eventual nivelul local al cîmpului recepționat;

b) recepția întîmplătoare la mare distanță a unor programe TV despre care se cunosc prea puține date.

O instalație tipică corespunzătoare cazului a) este cea a cărei schemă bloc este dată în fig. 2.9.

Pentru a putea trece în revistă toate cazurile posibile de recepție s-au considerat cîte trei canale de televiziune în fiecare gamă de frecvență. FIF1 și UIF1 sînt două canale TV recepționate cu nivel foarte mic de semnal, pentru fiecare dintre ele fiind necesare cîte un amplificator de canal. Canalele

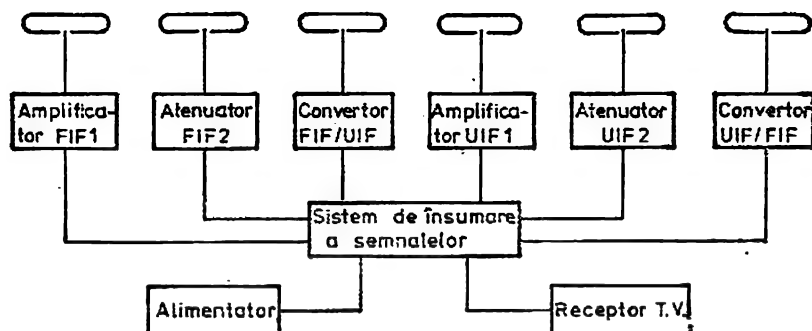


Fig. 2.9. Schema bloc a unei instalații de recepție pentru mai multe canale TV cu nivele de cîmp diferite.

FIF2 și UIF2 sînt două canale puternice (locale) fiecare necesitînd cîte un atenuator (eventual). Canalele FIF3 și UIF3 sînt pe frecvențe care nu permit însumarea directă cu restul canalelor.

De exemplu FIF3 poate fi un canal FIF transmis cu polarizare orizontală iar FIF2 un canal FIF (eventual chiar adiacent) transmis cu polarizare verticală. Evident că fiecare în parte poate fi recepționat în condiții relativ bune. Simultan însă nu pot fi aplicate la intrarea receptorului, deoarece modulația încrucișată ar duce la înrăutățirea recepției pe unul sau chiar pe ambele canale. Din acest motiv se preferă ca unul dintre canale să fie convertit într-un canal din UIF (sau tot în FIF într-o zonă de frecvențe neocupată de alt canal). Același lucru este valabil și pentru canalul UIF3, La care de data aceasta, conversia se face într-un canal din FIF.

Pentru comoditatea manipulărilor cit și din considerente economice, se preferă ca semnalele de la fiecare antenă (amplificate sau atenuate) să fie însumate și apoi aplicate printr-un singur cablu la borna de intrare a receptorului.

Evident că în instalațiile practice se poate ca unul dintre cazurile de recepție din fig. 2.9. să lipsească (cel mai uzual FIF 3 care necesită conversie în UIF) sau altul dintre cazuri să fie multiplicat.

Indiferent de canalele recepționate și de nivelele de cîmp locale, scopul urmărit este același și anume obținerea unor semnale de nivele comparabile la intrarea receptorului TV, pentru fiecare dintre canalele recepționate (optim cuprinse între 4 și 10 mV) și în același timp, evitarea modulației încrucișate (favorizată și de alegerea judicioasă a canalelor în care se fac eventualele conversii de frecvență).

Referitor la cazul b), recepția fiind întîmplătoare și putîndu-se face pe oricare canal din gamele FIF și UIF, schema bloc a unui asemenea instalații este. dată în fig. 2.10.

Datorită faptului că în principiu poate fi recepționat oricare canal TV din gamele FIF și UIF, se utilizează antene de bandă largă iar amplificatorul este tot de bandă largă.

Pentru obținerea unor rezultate satisfăcătoare este necesar ca instalația să permită și rotirea în spațiu a antenelor, deoarece direcțiile de propagare a emisiunilor TV pot diferi în spațiu (practic 360°).

O instalație de acest tip poate asigura practic și funcțiile instalației din fig. 2.9, cu următoarele mențiuni:

— în cazul recepționării unor semnale foarte slabe, la nivelul de percepere al imaginii, rezultatele obținute pe o instalație cu antene și amplificatoare de canal (fig. 2.9) sunt superioare celor obținute cu instalația de bandă largă (fig. 2.10);

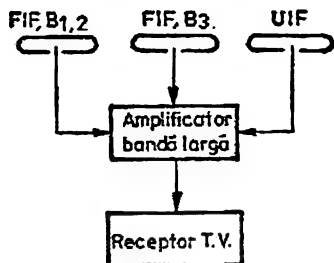


Fig. 2.10. Schema bloc a unei instalații de recepție TV la mare distanță destinată recepționării accidentale a emisiunilor TV.

— în cazul recepționării unor semnale locale (foarte puternice) este nevoie ca instalația să-și reducă considerabil amplificarea, deci circuit de RAA sau atenuator reglabil comandat de la distanță (prin curent continuu);

— manevrele necesare comutării de pe un program TV pe altul sunt mai greoaie, presupunând și schimbarea poziției antenelor. Durata operației este în general mare, chiar dacă orientarea se face cu ajutorul unor motoare care rotesc pilonul de prindere a antenelor la o comandă în curent electric;

— o instalație de recepție de bandă largă, cu antene rotative pune o serie de probleme în special mecanice, insurmontabile unei bune părți a amatorilor de recepție la distanță ceea ce face ca acest tip de instalație să fie utilizat rar în practică.

Date tehnice pentru realizarea circuitelor specifice instalațiilor de recepție de un tip sau altul vor fi date în cap. 3 și cap.4

## 2.4. Recepția TV multinormă

După cum se știe în lume există mai multe norme de televiziune după care se face emisia, respectiv recepția TV. Din analiza tabelelor de la paragraful 1.6 referitor la posibilitățile recepției pe teritoriul țării a unor emisiuni de pe alte norme TV emise în Europa rezultă următoarele:

— cu un receptor TV realizat pe normele D/K (OIRT) cu acord continuu, poate fi recepționată practic imaginea de pe oricare canal TV din normele B/G (CCIR), H (UIF-Belgia), și I (Marea Britanie), deci cele mai răspândite norme din Europa (vezi tabelul 1.6);

— pentru recepționarea imaginii pe normele C(FIF-Belgia), E(FIF-Franța) și L(FIF/UIF-Franța) sunt necesare receptoare TV adecvate sau modificări consistente în receptoarele existente;

— cu un receptor TV realizat conform normele D/K(OIRT) nu se poate recepționa sunetul de pe nici o altă normă de TV, fără o intervenție în schema sa electrică. Trebuie observat însă că pe normele B,G,H și I modificările schemei sînt relativ simple pentru a permite și recepția sunetului;

— pentru recepția în culori este necesar ca receptorul să fie realizat bi-sistem (PAL și SECAM).

În concluzie, cu un receptor TV realizat conform normei OIRT, cu acord continuu (deoarece canalele TV de pe diferite norme au frecvențe diferite însă norma OIRT este acoperitoare pentru toate celelalte) poate fi recepționată imaginea oricăreia dintre emisiunile TV conform normelor europene (cu excepția programelor emise din Franța și Belgia) și cu mici modificări în receptor poate fi recepționat și sunetul.

# 3.

## Dispozitive și montaje electronice care compun instalația de recepție TV la mare distanță

Principalele blocuri funcționale ale unei instalații de recepție la mare distanță a emisiunilor de TV radiodifuzate în gamele de FIF și UIF sînt (vezi fig. 2.8): antena, amplificatorul și receptorul TV. În realitate, în afara acestor elemente absolut necesare, într-o instalație de recepție la mare distanță sînt utilizate încă o serie de alte dispozitive electronice destinate fie îmbunătățirii performanțelor instalației (de exemplu, circuite de rejecție) fie obținerii unor facilități de exploatare a instalației, situație întâlnită în special la instalațiile complexe, pentru recepția mai multor programe TV (de exemplu, convertoarele de canale TV și sumatoarele).

În acest capitol vor fi descrise dispozitive și montaje electronice tipice care pot intra în componența unei instalații de recepție TV la mare distanță, pentru gamele de FIF și de UIF, dîndu-se și o serie de amănunte constructive necesare amatorilor care doresc să-și realizeze singuri instalația de recepție dorită.

### 3.1. Antene de recepție TV la mare distanță pentru gamele FIF și UIF

Antena este primul element al instalației de recepție TV. Ea captează cîmpul electromagnetic radiat în spațiu de către antena emițătorului și furnizează la bornele sale un semnal electric a cărui putere este proporțională în orice moment cu mărimea cîmpului electromagnetic captat.

Principalii parametri electrici ai unei antene de recepție în general și ai unei antene de recepție TV în special, sînt următorii:

— *Cîștigul* unei antene reprezintă raportul dintre mărimea semnalului furnizat la borne de către antena respectivă și mărimea semnalului furnizat la borne de către o antenă etalon în condiții identice de recepție (cîmp electromagnetic identic atît ca mărime cit și ca frecvență). Ca antenă etalon se utilizează o antenă dipol  $\lambda/2$ , cunoscută ca avînd cîștigul cel mai mic dintre toate antenele utilizate în recepția TV. Cîștigul se poate exprima fie ca raport fie în decibeli:

$G[\text{dB}] = 20 \lg \frac{U_A}{U_0}$ , unde cu  $U_A$  s-a notat tensiunea furnizată la borne de antena propriu-zisă, iar cu  $U_0$  s-a notat tensiunea furnizată de antena etalon (în condiții identice de cîmp și de adaptare la sarcină).

Cu alte cuvinte, prin cîștigul unei antene se înțelege „de cîte ori este mai bună” antena respectivă decît — cea mai simplă antenă utilizată în recepția TV.

— *Directivitatea* unei antene exprimă proprietățile de selectivitate în spațiu ale antenei respective. Directivitatea se definește prin trei parametri electrici:

- raportul față-spate;
- caracteristica (sau unghiul) de directivitate pe orizontală;
- caracteristica (sau unghiul) de directivitate pe verticală.

Raportul față-spate (notat și RFS) reprezintă raportul dintre semnalul indus în antenă când ea este orientată spre emițător și semnalul indus în antenă când este rotită cu  $180^\circ$  față de poziția optimă (cu spatele spre emițător).

Caracteristica de directivitate în plan orizontal, respectiv vertical, se obține notînd variația mărimii semnalului indus în antenă funcție de orientarea ei față de emițător. Unghiul „zero” corespunde orientării optime, valoarea semnalului indus fiind maximă. Unghiul în cadrul căruia mărimea semnalului nu scade cu mai mult de 3dB față de valoarea maximă se numește unghiul de deschidere al antenei în planul respectiv (orizontal sau vertical). În literatura de specialitate cele două unghiuri se notează cu  $\alpha_H$  în planul antenei și cu  $\alpha_V$  în planul perpendicular (polarizare orizontală).

În general, în instalațiile de recepție la mare distanță se caută să se utilizeze antene cu cîștig cit mai mare și cu directivitate cit mai bună.

Pe de altă parte, pentru obținerea unor performanțe cit mai bune, construcția mecanică a antenei se complică simțitor, iar dimensiunile la care pot ajunge sistemele de antene creează probleme reale de fixare mecanică. Din acest motiv, totdeauna se caută ca în instalația de recepție să se utilizeze antena care să reprezinte compromisul optim între performanțe și posibilitățile de realizare mecanică propriu-zisă.

În practica amatorilor de recepție TV la mare distanță sînt utilizate foarte multe tipuri de antene TV, în jurul eficacității lor circulînd un foarte bogat „folclor electronic”. În realitate, indiferent de tipurile de antene utilizate, cîștigul lor în gamele de FIF și UIF nu depășește valoarea de 22 dB (uzual, cîștigul este de circa 10 dB în FIF și circa 16 dB în UIF).

În cele ce urmează se vor da amănuntele constructive ale cîtorva tipuri de antene de recepție TV utilizate cu bune rezultate în instalațiile de recepție la mare distanță a căror construcție este totuși la îndemîna amatorilor de recepție TV.

### 3.1.1. Antene Yagi

Antenele de tip Yagi sînt antene de canal, ele fiind destinate recepției unui singur canal TV în FIF sau unui grup de 4...6 canale TV în UIF.

În gamele de FIF și UIF antenele Yagi sînt cele mai des utilizate prezentînd avantajul de a fi relativ ușor de realizat mecanic.

Ca orice antenă acordată (în  $\lambda$ ,  $\lambda/2$ , sau  $\lambda/4$ ), antena Yagi are în componență un element activ și mai multe elemente pasive.

Elementul activ al antenei Yagi, numit și vibrator este un dipol îndoit ale cărui cote de execuție sînt date în fig. 3.1.

La borne, vibratorul prezintă o impedanță de 300 ohmi (intrare simetrică) pe canalul pe care este acordat.

Trei dintre cote:  $D$  — diametrul curbării dipolului;  $d$  — distanța dintre cele două capete ale dipolului (punctele de conectare ale cablului de cobo-

rire) și  $\varnothing$  — grosimea barei sau a țevii din care se execută dipolul, sint comune antenelor Yagi din aceeași bandă se frecvențe. Valorile lor sint date în tabelul 3.1.

Tabelul 3.1.

Banda	1 și 2 FIF	3 FIF	4 și 5 UIF
$D$ (mm)	80...140	50...100	40...60
$d$ (mm)	10...40	10...30	5...20
$\varnothing$ (mm)	10...20	8...16	6...12

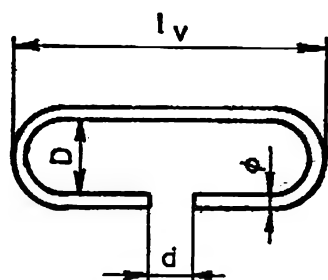


Fig. 3.1. Elementul activ al antenei Yagi. Cote de execuție.

Lungimea vibratorului,  $l_v$ , este funcție de canalul pe care este acordată antena ( $\lambda/2$ ) corectată în mică măsură de numărul de elemente ale antenei.

În afara elementului activ în componenta antenelor Yagi mai intră o serie de elemente pasive:

— cele montate înaintea vibratorului (de la vibrator în direcția emițătorului) se numesc elemente directoare și au ca rol „perturbarea” cimpului electromagnetic în sensul creșterii intensității sale în zona vibratorului (efectul de lupă);

— cele montate în spatele vibratorului se numesc elemente reflectoare și au ca principal rol ecranarea antenei față de semnalele (posibil perturbatoare) de pe direcția opusă emițătorului.

Toate elementele unei antene se realizează din același material. La realizare este preferabil să se utilizeze țevă de aluminiu, avantajele sale principale fiind greutatea mică a construcției și rezistența mecanică bună. Fără a afecta performanțele se pot utiliza și bare din aluminiu cu diferite profile (H, U, T etc.) sau chiar și alte materiale ca de exemplu oțel, cupru, alamă etc.

Din punct de vedere constructiv este esențial ca bara metalică pe care se montează elementele antenei să facă contact electric cît și mai bun: cu ele (în special cu elementul activ) și să fie împămîntată printr-un cablu conductor gros, instalația asemănîndu-se cu un paratrăznet.

Această măsură este singura eficientă pentru protecția elementelor active din amplificatoarele de antenă (sau chiar receptorul TV) la descărcările electrice. Din acest motiv, în general se evită utilizarea de materiale diferite pentru elementele antenei și bara de prindere, pentru a nu apărea potențiale electrochimice care au ca rezultat corodarea locală și implicit izolarea electrică a celor două repere.

Performanțele antenelor Yagi sint funcție de numărul de elemente. Cît cît el este mai mare, cu atît cîștigul este mai mare. Este totuși o limită a numărului de elemente de la care creșterea cîștigului nu mai este semnificativă. În acest caz este de preferat utilizarea unui sistem de mai multe antene cu număr mai redus de elemente, în locul unei singure antene cu număr foarte mare de elemente.

În tabelul 3.2. se dau cîștigurile antenelor Yagi în funcție de numărul de elemente.

Tabelul 3.2.

Nr. elemente	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	17	22
Cîștig (dB)	5	6	7	8	8,5	9	9,7	10,2	11	12	13	16

Avind în vedere că în cazul recepției la mare distanță interesează numai antenele de câștig mare (în FIF  $\geq 6$ dB; în UIF  $\geq 14$ dB), în cele ce urmează se dau cotele de gabarit ale unor antene cu mai multe elemente, cu câștig mare, corespunzătoare canalelor TV de pe norma D/K — OIRT:

a. Antena Yagi cu 5 elemente pentru gama de FIF

Desenul de execuție este dat în fig. 3.2., iar în tabelul 3.3. sînt date în mm. cotele de gabarit din figură.

Performanțele asigurate sînt:  $G=7$ dB;  $\alpha_E=58^\circ$ ;  $\alpha_H=80^\circ$  și  $RFS \approx 14$ dB.

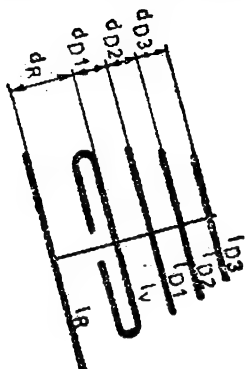


Fig. 3.2. Antena Yagi cu 5 elemente pentru gama de FIF.

Tabelul 3.3.

Canal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$l_R$	3.290	2.820	2.210	2.020	1.860	1.020	978	937	900	868	837	808
$l_V$	2.380	2.345	1.840	1.680	1.550	851	815	782	751	724	698	673
$l_{D1}$	2.000	1.990	1.570	1.435	1.320	726	695	667	641	618	595	575
$l_{D2}$	2.440	2.085	1.640	1.500	1.350	756	721	695	668	644	620	698
$l_{D3}$	2.410	2.060	1.620	1.480	1.360	748	717	688	661	637	614	593
$d_R$	938	803	680	576	530	291	279	268	257	248	239	230
$d_{D1}$	420	360	282	253	227	130	125	120	115	111	107	103
$d_{D2}$	608	520	410	374	344	189	181	174	167	161	155	150
$d_{D3}$	990	850	667	610	560	306	295	283	272	262	262	244

b. Antena Yagi cu 6 elemente pentru gama de FIF.

Desenul de execuție este dat în fig. 3.3. iar în tabelul 3.4. sînt date cotele de gabarit din figură (în mm).

Performanțele asigurate de antenă sînt:  $G \approx 8$ dB;  $\alpha_E \approx 53^\circ$ ;  $\alpha_H \approx 70^\circ$ ;  $RFS \approx 16$ dB.

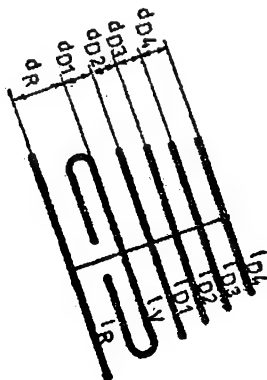


Fig. 3.3. Antena Yagi cu 6 elemente pentru gama de FIF.



Tabelul 3.4.

Canal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$l_R$	3.370	2.880	2.260	2.070	1.900	1.045	1.000	960	923	980	856	826
$l_V$	2.800	2.400	1.845	1.720	1.580	870	834	800	768	740	713	689
$l_{D1}$	2.390	2.050	1.610	1.470	1.350	744	712	683	656	632	610	588
$l_{D2}$	2.420	2.070	1.625	1.485	1.365	751	720	690	664	639	616	594
$l_{D3}$	2.380	2.040	1.600	1.460	1.345	739	707	680	653	628	605	585
$l_{D4}$	2.340	2.000	1.570	1.430	1.320	726	696	668	642	618	595	575
$d_R$	1.540	1.320	1.035	945	870	478	458	440	422	407	392	378
$d_{D1}$	375	321	252	230	212	116	111	107	103	99	95	92
$d_{D2}$	1.240	1.070	835	763	702	386	370	355	341	328	316	305
$d_{D3}$	1.065	930	730	663	613	337	323	310	298	286	276	266
$d_{D4}$	1.185	1.020	795	727	663	363	352	338	325	312	302	291

c. Antena Yagi cu 7 elemente pentru gama FIF.

Cotele de gabarit ale antenei sînt date în fig. 3.4. iar valorile lor funcție de canal sînt date în tabelul 3.5.

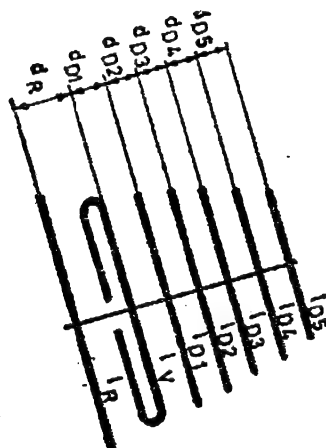


Fig. 3.4. Antena Yagi cu 7 elemente pentru gama de FIF.

Tabelul 3.5.

Canal	6	7	8	9	10	11	12
$l_R$	970	928	890	855	825	795	765
$l_V$	848	811	780	749	720	696	670
$l_{D1}$	704	674	647	621	598	577	557
$l_{D2}$	698	669	652	616	594	572	552
$l_{D3}$	726	696	668	642	618	596	575
$l_{D4}$	726	696	668	642	618	596	575
$l_{D5}$	726	696	668	642	618	596	575
$d_R$	300	287	276	265	255	246	237
$d_{D1}$	104	99	96	92	88	85	82
$d_{D2}$	250	240	230	221	213	205	198
$d_{D3}$	254	243	233	224	216	208	201
$d_{D4}$	254	243	233	224	216	208	201
$d_{D5}$	254	243	233	224	216	208	201

Datorită gabaritului foarte mare care ar rezulta pentru canalele din benzile 1 și 2 (canalele 1... 5) antenele cu 7 sau mai multe elemente se utilizează numai în banda 3 FIF. Performanțele asigurate sînt  $G \approx 8,5\text{dB}$ ,  $\alpha_E \approx 50^\circ$ ;  $\alpha_H \approx 65^\circ$ ;  $RFS \geq 16\text{dB}$ .

*d. Antena Yagi cu 8 elemente pentru gama FIF.*

Desenul de execuție este dat în fig. 3.5. iar valorile (în mm) ale cotelor de gabarit sînt date în tabelul 3.6.

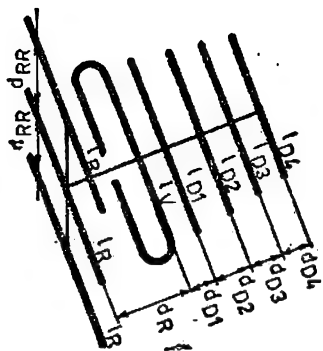


Fig. 3.5. Antena Yagi cu 8 elemente pentru gama de FIF.

Tabelul 3.6.

Canal	6	7	8	9	10	11	12
$l_R$	1.045	1.000	960	923	890	856	826
$l_V$	870	834	800	768	740	713	689
$l_{D1}$	744	712	683	656	632	610	588
$l_{D2}$	751	720	690	664	639	616	594
$l_{D3}$	739	707	680	653	629	605	585
$l_{D4}$	726	695	668	642	618	595	575
$d_R$	478	458	440	422	407	392	378
$d_{D1}$	116	111	107	103	99	95	92
$d_{D2}$	386	370	355	341	328	316	305
$d_{D3}$	337	323	310	298	286	276	266
$d_{D4}$	368	352	338	325	312	302	291
$d_{RR}$	258	246	237	228	219	211	204

Se remarcă faptul că această antenă are reflectorul format din 3 elemente care-i asigură o mai bună protecție la semnalele „din spatele“ antenei.

Performanțele asigurate sînt:  $G \approx 9\text{dB}$ ;  $\alpha_E \approx 50^\circ$ ;  $\alpha_H \approx 60^\circ$ ;  $RFS \approx 18\text{dB}$ .

*e. Antena Yagi cu 16... 22 elemente pentru FIF.*

Desenul de execuție este dat în fig. 3.6 iar valorile cotelor de gabarit (în mm) sînt date în tabelul 3.7.

Datorită faptului că antena cu 22 de elemente rezultă de dimensiuni foarte mari (lungime 9... 11 m), în general este mai puțin utilizată sau este utilizată numai pentru canalele superioare ale benzii 3 (10, 11 sau 12). Ea poate fi însă realizată și cu un număr mai mic de elemente (minimum 16) renunțînd la ultimele elemente directoare, cu reducerea corespunzătoare a câștigului (3...4 dB).

Performanțele asigurate de o astfel de antenă (cu 22 elemente sînt:  $G \approx 16\text{dB}$ ;  $\alpha_E \approx 25^\circ$ ;  $\alpha_H \approx 25^\circ$ ;  $RSF \approx 28\text{dB}$ ).

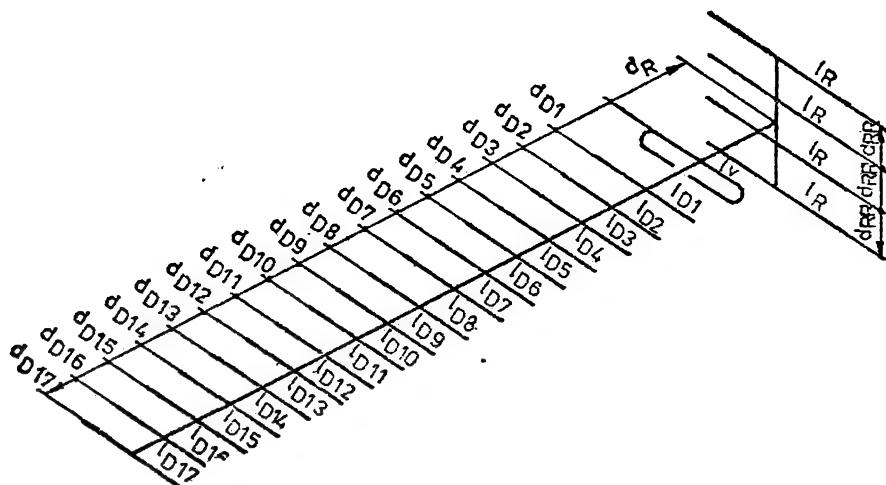


Fig. 3.6. Antena Yagi cu 22 elemente pentru gama de FIF.

Tabelul 3.7.

Canal	6	7	8	9	10	11	12
$l_R$	1.190	1.140	1.100	1.050	1.010	978	945
$l_V$	953	913	873	843	811	782	755
$l_{D1}$	725	695	668	641	616	595	575
$l_{D2}$	701	672	645	620	597	575	555
$l_{D3}$	688	659	633	608	585	564	544
$l_{D4}, l_{D5}, l_{D6}, l_{D7}$	680	652	627	602	580	558	539
$l_{D8}...l_{D17}$	667	640	615	590	568	547	528
$d_{RR}$	255	245	235	226	217	209	202
$d_R$	262	251	241	232	223	215	208
$d_{D1}$	126	121	116	111	107	103	100
$d_{D2}$	153	147	144	135	130	125	121
$d_{D3}$	504	483	464	445	429	413	400
$d_{D4}...d_{D17}$	477	457	439	421	406	391	377

#### f. Antena Yagi cu 12... 30 elemente pentru UIF.

Față de antenele Yagi pentru gama de FIF, antenele Yagi pentru gama de UIF se caracterizează prin faptul că banda de trecere este de ordinul a 30... 40 MHz, deci o singură antenă poate fi utilizată pentru recepția unui grup de circa cinci canale TV.

De asemenea, cu o antenă Yagi pentru un anumit canal pot fi recepționate în condiții relativ bune (pierderi pînă la 6dB față de maximum de cîștig al antenei); încă circa 6 canale inferioare (de ordinul a 50 MHz). În fig. 3.7. este dat desenul de execuție al antenei Yagi cu 30 de elemente, iar în tabelul 3.8. sînt date (în mm) valorile cotelor din desen.

Cotele sînt valabile pentru o antenă cu un număr de elemente mai mare de 9 (5 elemente directoare) însă în cazul antenelor pentru recepție la mare distanță numărul minim de elemente este 12, pentru a asigura un cîștig minim de 11... 12dB. Ușual aceste antene se construiesc cu 20... 22 elemente. Reducerea numărului de elemente se face prin renunțarea la ultimele elemente directoare ale antenei.

Performanțele asigurate de o antenă cu 30 elemente sînt:  $G = 18,5\text{dB}$ ;  $\alpha_E \approx 18^\circ$ ;  $\alpha_H \approx 18^\circ$ ;  $RFS \approx 28\text{dB}$ .

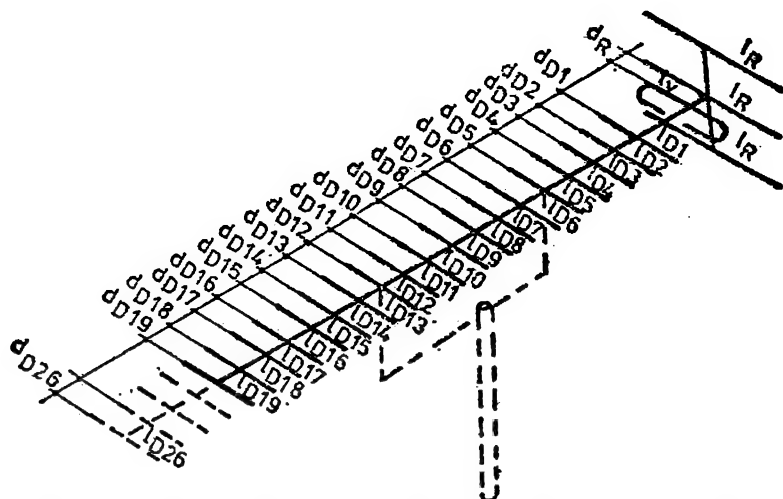


Fig. 3.7. Antena Yagi cu 30 de elemente pentru gama de UIF.

Tabelul 3.8.

Canale	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65
$l_R$	425	395	368	345	324	306	290	275	254
$l_V$	346	321	300	280	264	249	236	224	207
$l_{D1}$	258	239	223	209	196	185	175	166	154
$l_{D2}$	248	230	214	201	189	178	169	160	148
$l_{D3}, l_{D4}$	246	228	212	199	187	176	167	159	147
$l_{D5}...l_{D8}$	243	226	210	197	185	175	165	155	144
$l_{D9}...l_{D12}$	241	223	208	195	183	173	164	154	143
$l_{D13}...l_{D26}$	238	221	206	193	181	171	162	154	142
$d_{RR}$	143	133	124	116	109	106	98	92	86
$d_R$	94	87	81	76	71	67	64	60	56
$d_{D1}$	27	25	23	22	20	19	18	17	16
$d_{D2}$	77	71	66	62	58	55	52	50	46
$d_{D3}$	160	149	139	130	122	115	109	104	96
$d_{D4}$	170	158	147	138	130	122	116	110	102
$d_{D5}...d_{D30}$	182	169	158	148	139	131	124	118	109

### 3.1.2. Sisteme de antene Yagi pentru același canal

Pornind de la faptul că o antenă este echivalentă cu un generator de semnal caracterizat de puterea generată,  $P_a$ , respectiv tensiunea,  $U_a$ , pe impedanța internă,  $Z_a$ , la utilizarea a două antene (generatoare) rezultă că puterea se dublează iar tensiunea crește cu 3dB (în cazul în care se lucrează cu impedanțe adaptate, condiție considerată ca fiind îndeplinită de către orice instalație de antenă corect executată).

Mărind numărul antenelor la patru, puterea crește corespunzător de patru ori iar tensiunea se dublează — crește cu 6dB.

În cazul sistemelor de antene care utilizează două, patru sau mai multe antene, pentru a se obține însumarea corectă a semnalelor este absolut nece-

sar să se asigure sinfizarea riguroasă a semnalelor. Orice defazare între semnalele provenite de la două antene diferite are drept consecință reducerea semnalului sumă pînă la anularea sa în cazul unei defazări de  $180^\circ$ .

Condiția de sinfizare este îndeplinită respectînd strict cîteva măsuri constructive. Astfel:

— Antenele trebuie să fie din punct de vedere mecanic absolut identice (condiție care asigură identitatea semnalelor inițiale).

— Traseul semnalului (respectiv cablul de coborîre utilizat) între oricare antenă și punctul de însumare trebuie să fie același pentru toate antenele sistemului ca lungime, calitate cablu și configurația rețelei de adaptare — dacă este cazul.

— Distanța dintre antenele sistemului este funcție de frecvență (canal), numărul de elemente al fiecărei antene și de poziția relativă dintre antene în spațiu — Valorile acestor distanțe sînt date în continuare în tabelul 3.9. De menționat că același efect se poate obține și prin plasarea antenelor la distanță mare (peste  $2\lambda$ ), acest mod de realizare avînd dezavantajul că presupune complicarea sistemului mecanic de fixare, fiind necesari doi piloni de susținere sau un sistem mecanic foarte sofisticat (și costisitor) de fixare pe același pilon.

Avînd în vedere că în practica amatorilor de recepție la mare distanță sînt utilizate numai sisteme cu două sau patru antene, numai acestea sînt luate în considerare în cele ce urmează.

#### a. Antene supracajate

Prin antene supracajate se înțelege sistemul la care cele două sau mai multe antene componente sînt așezate una deasupra celeilalte. În fig. 3.8. este dată schema de montare a două antene supracajate pentru cele două cazuri de polarizare a cîmpului electric ( $E$ ) orizontală și verticală.

Se remarcă faptul că funcție de poziția relativă a vibratorilor, în cîmpul electric distanțele s-au notat cu  $d_E$  — pentru cazul în care vibratorii sînt străbătuți de aceeași linie de cîmp electric ( $E$ ) și cu  $d_H$  — pentru cazul în care vibratorii se află pe linii paralele de cîmp electric însă pe aceeași linie de cîmp magnetic  $H$ . Valorile distanțelor pentru canalele FIF și UIF și funcție de numărul de elemente al antenei sînt date în tabelul 3.9.

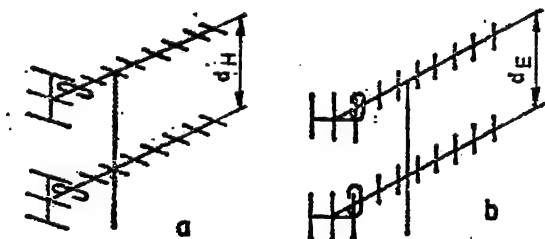


Fig. 3.8 Antene supracajate:  
a) cîmp polarizat orizontal;  
b) cîmp polarizat vertical.

Din punct de vedere al directivității, trebuie reținut că antenele supracajate față de antenna simplă de același tip prezintă o caracteristică mai îngustă pe verticală. Secțiunea prin unghiul solid corespunzător caracteristicii de directivitate în spațiu este o elipsă cu axa mare pe orizontală.

Sistemele de antene supracajate pot fi formate teoretic din oricît de multe antene individuale. Practic se utilizează numai sisteme de două antene, deoarece un număr mare de antene îngustează prea mult lobul de directivitate pe verticală și apar probleme speciale la orientarea antenei (unghiul de înclinare față de sol devenind critic).

**Tabelul 3.9.** Distanțele  $d_H$  și  $d_E$  (în mm) dintre antenele individuale ale unui sistem de antene pentru același canal TV (normă OIRT)

Canale FIF	Număr de elemente							
	5		6		7		8	
	$d_H$	$d_E$	$d_H$	$d_E$	$d_H$	$d_E$	$d_H$	$d_E$
1	4.170	5.700	4.750	6.230	—	—	5.000	6.600
2	3.530	4.840	4.020	5.270	—	—	4.520	5.580
3	2.740	3.750	3.110	4.090	—	—	4.130	4.320
4	2.480	3.400	2.830	3.720	—	—	3.610	3.940
5	2.280	3.120	2.600	3.400	—	—	3.350	3.600
6	1.230	1.690	1.400	1.840	1.500	1.900	1.610	1.940
7	1.180	1.610	1.340	1.760	1.485	1.820	1.520	1.860
8	1.130	1.550	1.280	1.680	1.375	1.750	1.510	1.780
9	1.080	1.490	1.230	1.620	1.320	1.680	1.460	1.710
10	1.040	1.430	1.190	1.560	1.270	1.610	1.420	1.650
11	1.000	1.380	1.140	1.500	1.225	1.560	1.370	1.585
12	970	1.330	1.100	1.450	1.180	1.500	1.340	1.530

Canale UIF	Număr de elemente					
	7...10		11...20		21...30	
	$d_H$	$d_E$	$d_H$	$d_E$	$d_H$	$d_E$
21...25	765	835	1.300	1.300	1.850	1.850
26...30	710	770	1.240	1.240	1.720	1.720
31...35	665	725	1.160	1.160	1.620	1.620
36...40	620	680	1.080	1.080	1.500	1.500
41...45	585	635	1.020	1.020	1.410	1.410
46...50	550	600	960	960	1.340	1.340

#### b. Antene alăturate

Prin antene alăturate se înțelege sistemul de două sau mai multe antene identice montate la aceeași înălțime.

În fig. 3.9. este dată schema lor de montare pentru cele două cazuri: polarizarea orizontală, respectiv polarizare verticală. Ca și în cazul *a*, distanțele se notează cu  $d_E$  sau  $d_H$ , după cum vibratorii sînt poziționați pe aceeași linie de cîmp electric ( $E$ ) sau cîmp magnetic ( $H$ ). Valorile celor două distanțe sînt cele din tabelul 3.9.

De remarcat că alura caracteristicii de directivitate a sistemului de antene alăturate se modifică în sensul că lobul orizontal devine mai îngust. Secțiunea prin unghiul solid al caracteristicii de directivitate în spațiu va fi de data aceasta o elipsă însă cu axa mare pe verticală. Ca și în cazul antenelor supraetajate, sistemele de antene alăturate sînt formate de obicei din două antene individuale. Sînt cazuri în care se utilizează chiar patru antene alăturate la canalele superioare UIF pentru a proteja recepția de la semnalele perturbatoare care vin de pe direcții apropiate de direcția emițătorului.

#### c. Grup de patru antene

Sistemul de antene cel mai complex utilizat de amatorii de recepție la mare distanță este grupul de patru antene. Schema de montare a grupului este dată în fig. 3.10. Montajul corespunde cîmpului ( $E$ ) polarizat orizontal. În cazul cîmpului polarizat vertical, sistemul se rotește față de axa longitudinală cu  $90^\circ$ , fără a se modifica în rest cu nimic.

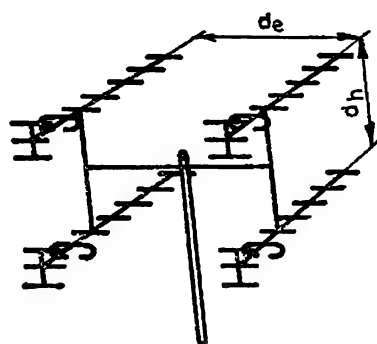
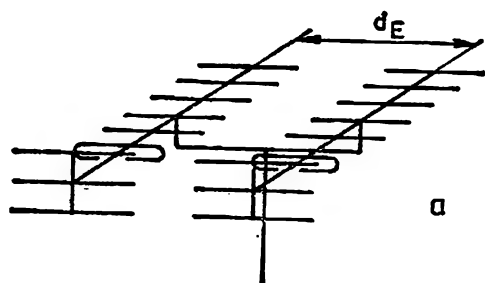
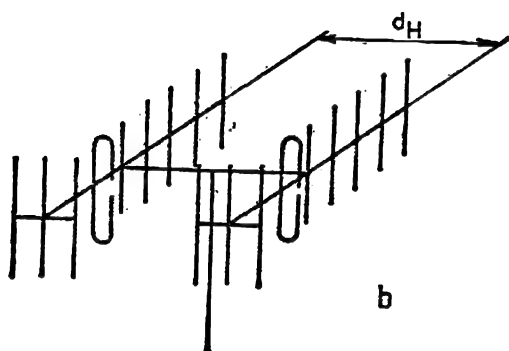


Fig. 3.10. Grup de patru antene.



← Fig. 3.9. Antene alăturate:  
a) cimp cu polarizare orizontală;  
b) cimp cu polarizare verticală.

Valorile distanțelor  $d_E$  și  $d_H$  sînt aceleași ca și în cazul sistemelor simple de două antene și sînt cele din tabelul 3.9.

Pe lîngă avantajul unui cîștig în putere de patru ori mai mare decît al unei antene individuale (dublarea tensiunii de semnal), grupul de patru antene prezintă și o caracteristică de directivitate mai îngustă pe ambele axe ceea ce în cazul recepției la mare distanță se traduce printr-o reducere a perturbațiilor pe imagine (datorită reducerii nivelului semnalelor perturbatoare produse de surse de pe direcții apropiate de cea a emițătorului).

### 3.1.3. Conectarea antenelor și sistemelor de antene Yagi la cablul de coborîre

În orice instalație de recepție la mare distanță, principala problemă este obținerea unui raport semnal — zgomot cît mai bun. Din acest motiv, pe parcursul semnalului de la antenă pînă la primul amplificator se caută ca pierderile de energie să fie reduse la minimum posibil, orice pierdere de semnal în această zonă ducînd la înrăutățirea raportului semnal-zgomot al instalației imposibil de recuperat ulterior.

Pentru aceasta, în toate instalațiile de recepție se urmărește în mod deosebit realizarea unei adaptări cît mai bune între antenă și cablul de coborîre, care trebuie realizată cu circuite practic fără pierderi de energie.

În cazul antenelor Yagi, indiferent de numărul de elemente, impedanța vibratorului de tip dipol îndoit este de 300 ohmi (intrare simetrică). Știînd că în practică se utilizează două tipuri de cablu, coaxial (asimetric) cu impe-

danta caracteristică  $Z_c$  de 75 ohmi și bifilar (simetric) cu  $Z_c=300$  ohmi, cele două cazuri de conectare sînt:

- simetric 300 ohmi — simetric 300 ohmi;
- simetric 300 ohmi — asimetric 75 ohmi.

Primul caz este cel mai simplu de realizat. Conectarea constă în stabilirea contactelor electrice antenă-cablu bifilar ca în fig. 3.11.

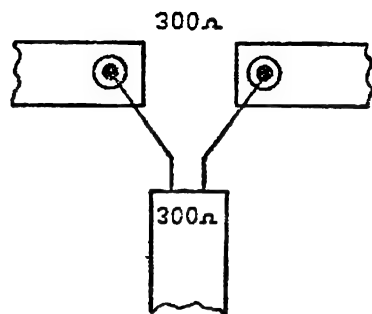


Fig. 3.11. Conectarea antenei Yagi la cablu bifilar.

În cel de al doilea caz trebuie realizată atât adaptarea propriu-zisă de impedanțe 300 ohmi — 75 ohmi, cit și trecerea simetric — asimetric a celor două elemente de circuit (antena și cablu coaxial).

În practica recepției TV această adaptare (și simetrizare) se soluționează în mai multe moduri dintre care cele mai cunoscute sînt:

- adaptarea cu buclă în  $\lambda/2$ ;
- adaptarea cu montaje de adaptare și simetrizare de bandă largă.

Adaptarea cu buclă în  $\lambda/2$  se realizează cu ajutorul unui tronson de cablu coaxial de o lungime corespunzătoare jumătății lungimii de undă a canalului pe care se face recepția. Montajul se realizează ca în fig. 3.12.

Acest mod de adaptare (și simetrizare) prezintă avantajul că pierderile introduse sînt minime (mai mici de 0.5 dB), pe canalul pe care se face adaptarea. Dezavantajul teoretic este acela că adaptarea este valabilă nu-

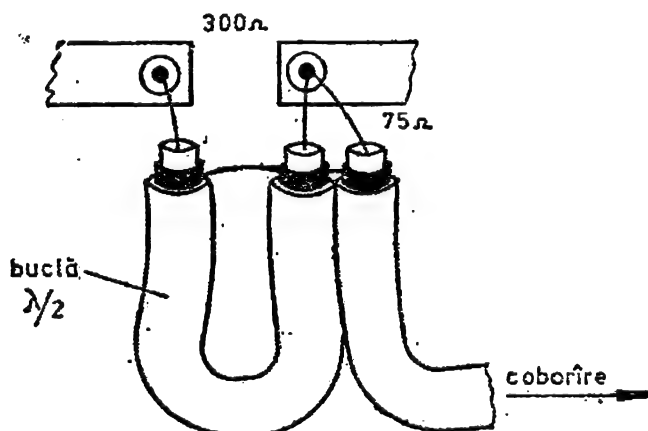


Fig. 3.12. Adaptarea (și simetrizarea) cu buclă în  $\lambda/2$ .

mai pe un anumit canal. Practic, soluția este însă valabilă pentru un grup de canale, atenuarea introdusă fiind mai mică de 1 dB pentru o gamă de frecvențe de ordinul a 20 MHz în FIF și 50... 60 MHz în UIF spre frecvențele inferioare canalului pe care este realizată adaptarea.

Lungimile fizice ale tronsoanelor de cablu coaxial corespunzătoare jumătății de lungime de undă,  $\lambda/2$  (bucă de adaptare), pentru canalele FIF și UIF realizate cu cablu coaxial utilizat în țara noastră sînt date în tabelul A2 din cap. Anexe.



Referitor la lungimea tronsonului dată în tabel, trebuie făcută precizarea că ea trebuie măsurată pe zona în care cablul coaxial are armătura exterioară (mantaua) întreagă, ca în fig. 3.13. Evident că lungimea întregului tronson măsurată între capetele conductorului central este mai mare. În practică se va căuta ca cele două porțiuni terminale fără manta să nu depășească împreună 10... 20 mm.

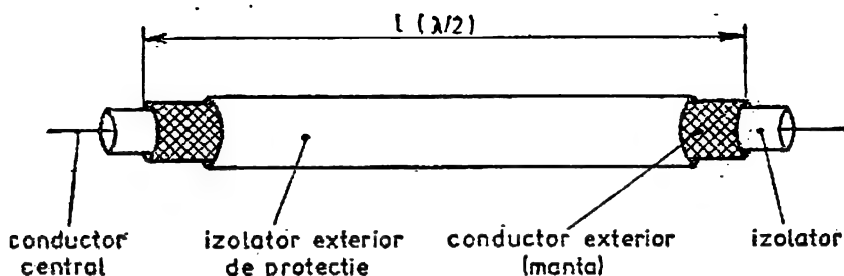


Fig. 3.13. Tronson de cablu coaxial în  $\lambda/2$ .

În cazul utilizării montajelor de adaptare de bandă largă, avantajul constă în banda largă de frecvențe în care se realizează adaptarea și simetrizarea. Dezavantajul este acela că ele introduc totuși o pierdere mai mare (de ordinul a 1 dB) decât adaptarea cu buclă în  $\lambda/2$ . În cazul instalațiilor de recepție în care selectivitatea canalului joacă un rol important, chiar avantajul benzii mari de lucru devine dezavantaj.

În practica recepției TV se utilizează curent două tipuri de montaje de adaptare de bandă largă:

- transformator de adaptare și simetrizare de tip balun, cu miez de ferită, pentru gama de FIF;
- montaj de adaptare și simetrizare de bandă largă pentru UIF, realizat pe cablaj imprimat.

Transformatorul balun se realizează prin bobinarea unui cablu cu  $Z_0 = 150$  ohmi pe un miez toroidal de ferită, cu două orificii, ca în fig. 3.14.a.

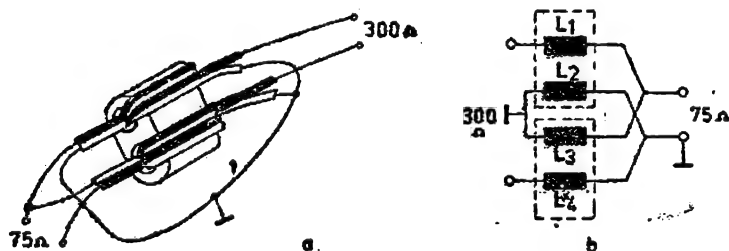


Fig. 3.14. Transformator cu miez de ferită toroidal:

- a — conectarea înfășurărilor;
- b — schema electrică echivalentă.

În practică, în locul cablului bifilar se folosesc două conductoare multifilare izolate, care bobinate alăturat sînt echivalente cu linia electrică necesară. Numărul de spire al fiecărei înfășurări (așa cum reiese și din figură) este de 2,5. Schema electrică echivalentă a transformatorului este dată în fig. 3.14.b.

Conectarea terminalelor înfășurărilor trebuie realizată ca în figură, respectiv cea din schema electrică, orice greșeală la conectare ducind la pierderi mari ale sistemului de adaptare.

Montajul de adaptare și simetrizare pentru UIF, realizat pe cablaj imprimat este dat în fig. 3.15. Desenul este dat la scara 1:1 și poate fi folosit de amatori chiar pentru realizarea sa practică.

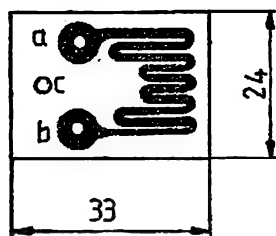


Fig. 3.15. Montaj de adaptare și simetrizare pentru UIF realizat pe cablaj imprimat.

Pentru obținerea montajului se va folosi material stratificat (de tip FR2) gros de 1,6 mm, dublu placat. Pe o parte se realizează desenul din fig. 3.15, iar partea cealaltă va rămâne complet metalizată, constituind armătura de masă a montajului. Pentru comoditatea conectărilor ulterioare este preferabil ca pe partea metalizată, în dreptul găurilor a și b masa să fie degajată pentru ca în ele să fie fixate capse-fără să existe pericolul de scurtcircuit la masă. De asemenea în gaura c se va fixa o capsă care să facă contact la armătura de masă.

Conectarea la cele două elemente de circuit se realizează astfel:

- impedanța de 300 ohmi (simetrică) se conectează între bornele a și b;
- impedanța de 75 ohmi (asimetrică) se conectează între una dintre bornele a sau b și borna c care este conectată la masă.

În cazul în care nu se dispune de material dublu placat, se poate utiliza și material stratificat simplu placat, gros de 1,6 mm, însă plăcuța de circuit imprimat, se va monta foarte strins de o plăcuță metalică pentru a se asigura astfel armătura de masă.

În funcție de cerințele instalației se va utiliza unul sau altul dintre montajele de adaptare și simetrizare (bucla sau transformatorul de bandă largă). Este totuși de preferat ca în adaptările antenă-cablu, să fie utilizată adaptarea cu buclă în  $\lambda/2$ .

În cazul sistemelor de antene Yagi, modul de cuplare la cablul de coborâre devine ceva mai complex, fiind vorba de conectarea a mai multe elemente de circuit simetrice (antenele) cu impedanță de 300 ohmi, la un cablu bifilar de 300 ohmi sau cablu coaxial de 75 ohmi.

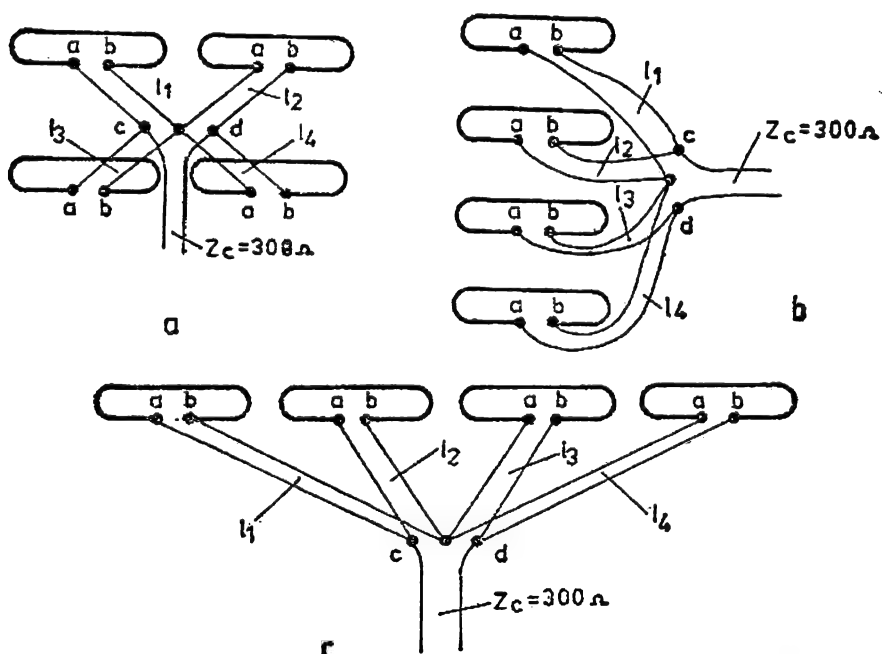
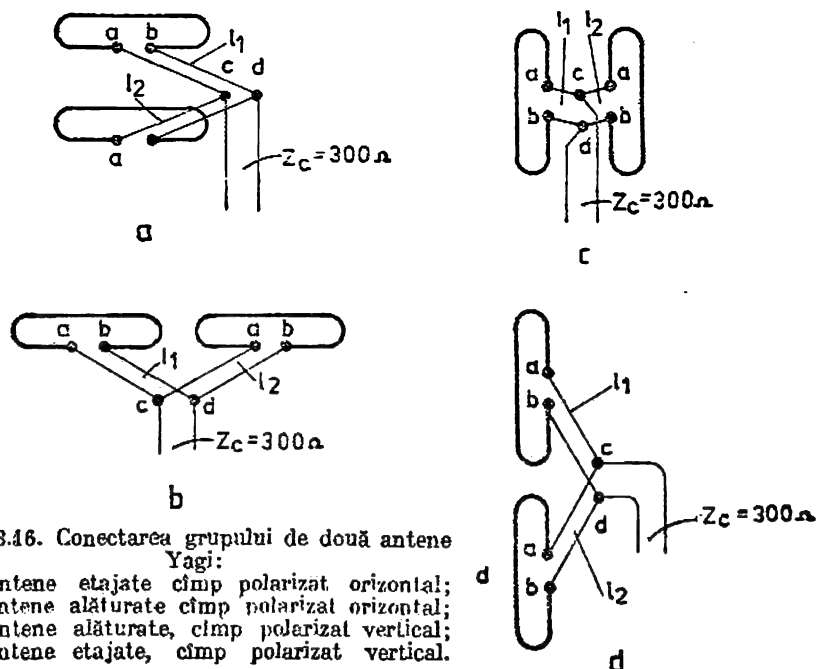
În cazul grupului de două antene, cele patru situații posibile — antene supraetajate sau alăturate, în câmp polarizat orizontal, respectiv vertical sînt date în fig. 3.16.

Conectarea antenelor se realizează cu cablu bifilar de 300 ohmi lungimea celor două tronsoane de cablu dintre antenă și punctele de conectare (a, b respectiv c, d) notate cu  $l_1$  și  $l_2$  trebuie să fie strict aceleași. În punctele de conectare, c, d, impedanța este de 150 ohmi (intrare simetrică). În practică se preferă utilizarea în continuare fie a unui cablu bifilar de 300 ohmi, fie conectarea la cablul coaxial (asimetric) de 75 ohmi, cu buclă de adaptare și simetrizare ca în fig. 3.12.

Această ultimă soluție deși nu asigură adaptarea corectă (teoretică) dă practic cele mai bune rezultate, deoarece introduce pierderi mai mici decât oricare soluție mai complicată de adaptare (și simetrizare).

Trebuie subliniat faptul că în afara condiției de egalitate strictă a celor două tronsoane de cablu bifilar de conectare este de preferat ca lungimea lor să fie un număr întreg de  $\lambda/2$ , corespunzător canalului respectiv (vezi tabelul A3, pentru lungimea fizică a tronsoanelor de  $\lambda/2$  a cablului bifilar uzual).

În cazul grupului de patru antene cele trei situații de montare care se pot întâlni sînt date în fig. 3.17.



Conectarea lor se face cu ajutorul unor trnseane de cablu bifilar de 300 ohmi. La baza conectării stă însumarea impedanțelor a cite două antene și apoi punerea lor în paralel. Rezultă astfel la bornele de ieșire ale sistemului, *c* și *d*, o impedanță de 300 ohmi (simetrică) la care se poate conecta un cablu uzual bifilar de coborire, sau preferabil un cablu coaxial de 75 ohmi, utilizând

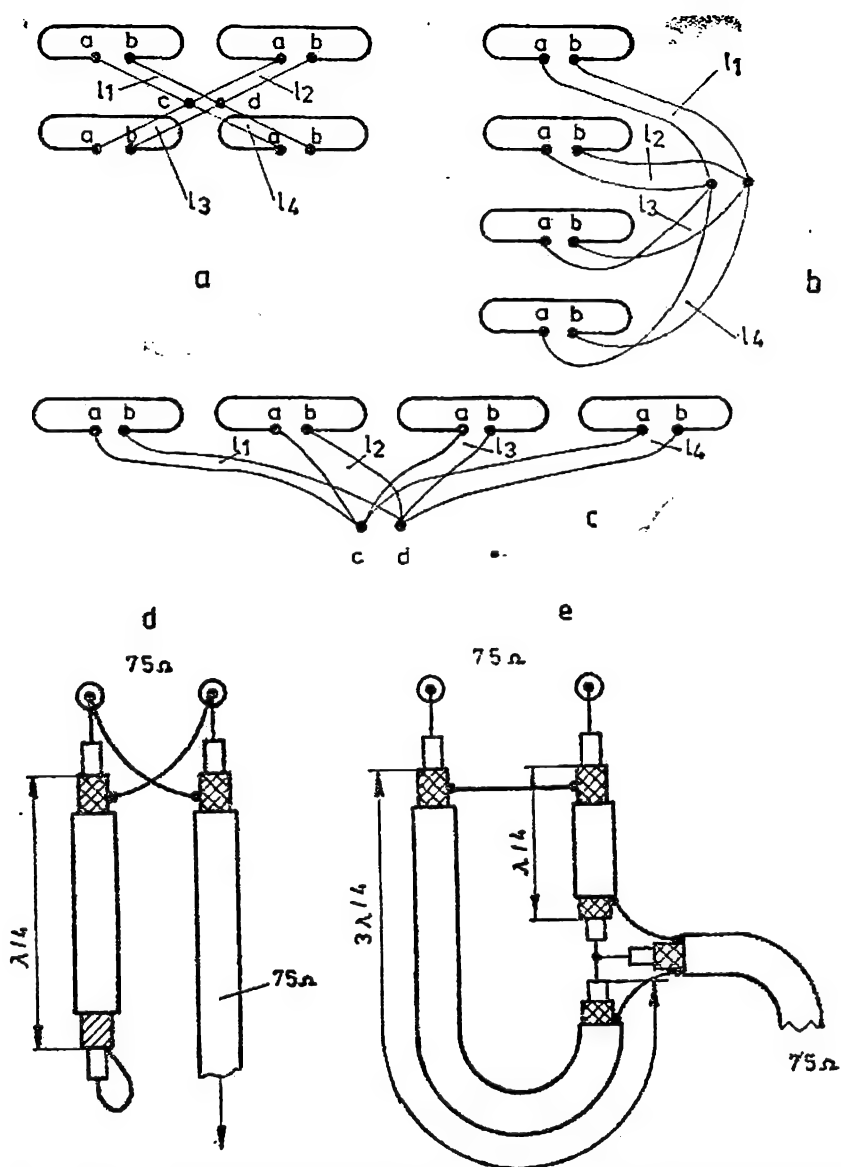


Fig. 3.18. Cuplarea sistemelor de patru antene Yagi cu impedanță rezultantă de 75 ohmi (simetrică):  
*a* — sistem de patru antene alăturate — etajate;  
*b* — sistem de patru antene etajate;  
*c* — sistem de patru antene alăturate;  
*d* — montaj de simetrizare pentru 75 ohmi cu tronson de  $\lambda/4$  în scurt circuit;  
*e* — montaj de simetrizare pentru 75 ohmi cu buclă în  $\lambda$  și priză la  $3/4 \lambda$ .

bucula de adaptare (și simetrizare) ca în fig. 3.12. La acest tip de conectare, în afara recomandărilor de la sistemele de două antene (toate tronsoanele  $l_1, l_2, l_3$  și  $l_4$  strict egale și de preferat număr întreg de  $\lambda/2$ ) trebuie acordată o atenție deosebită ordinii de conectare a terminalelor. Orice abatere față de situațiile date în desen duce la reducerea apreciabilă a performanțelor sistemului.

Din experiența practică reiese că performanțe superioare se pot obține prin conectarea antenelor în paralel. Conectînd strict în paralel (dreapta — la dreapta și stînga — la stînga) cele patru antene prin tronsoane de cablu bifilar de lungimi egale (și număr întreg de  $\lambda/2$  conform tabel A3), la bornele de ieșire ale sistemului ( $c, d$ , în fig. 3.18) va rezulta o impedanță de 75 ohmi (ieșire simetrică). Cele trei cazuri de conectare sînt date în fig. 3.18,  $a, b$  și  $c$ . În fig. 3.18.  $d$  și  $e$  sînt date cele două soluții de trecere simetric-asimetric care permit conectarea sistemului de patru antene legate în paralel, la un cablu de coborîre coaxial de 75 ohmi.

Atenuarea introdusă de sistemul de conectare corect executat este practic nesemnificativă (mai mică de 0,5 dB).

În literatura de specialitate, cit și în practica recepției la mare distanță, pentru conectarea sistemelor de antene sînt utilizate încă multe soluții dintre care cele mai răspindite sînt cele realizate cu bare metalice de lungimi și grosimi bine determinate și poziționate strict în spațiu.

Din practică a rezultat că aceste construcții, dau rezultate aproape totdeauna mai slabe decît soluțiile de mai sus, în general datorită abaterilor constructive. Din acest motiv autorul nu recomandă folosirea lor, efortul de realizare mare nefiind motivat de rezultatele practice obținute.

### 3.1.4. Antene Quagi

Deși „folclorul electronic“ cit și „moda“ impun periodic diferite tipuri de antene sofisticate pentru recepția la mare distanță, în general în gamele de FIF și UIF rezultate sigure sînt obținute deocamdată cu antenele acordate tip Yagi sau cele derivate din ele, de exemplu antenele tip Quagi. Acestea au practic cîștigul (și dimensiunile) comparabile cu cele ale antenelor Yagi, însă au avantajul că au o sensibilitate crescută în cazul în care polaritatea cîmpului suferă schimbări datorită condițiilor de propagare la mare distanță.

Desenul de execuție al unei antene de tip Quagi este dat în fig. 3.19. În fig. 3.19.  $a$ , sînt date cotele de execuție ale antenei propriu-zise iar în fig. 3.19.  $b$ , cotele de execuție ale elementului activ (vibratorul).

În tabelul 3.10 sînt date valorile cotelor antenei Quagi pentru UIF din fig. 3.19, iar în tabelul 3.11 cotele antenei Quagi pentru gama de FIF-banda 3 realizată cu 7 elemente (din motive de gabarit).

Antenele Quagi realizate după datele de mai sus asigură performanțele din tabelul 3.12.

Caracteristic antenelor Quagi este faptul că au ieșirea simetrică, de 75 ohmi. Pentru a le cupla la un cablu de coborîre coaxial de 75 ohmi, trebuie folosite montajele din fig. 3.18  $d$  sau  $e$ .

În cazul utilizării de sisteme de antene de tip Quagi pentru fixarea distanțelor dintre antene se pot folosi distanțele de la antenele Yagi (tabelul 3.9.).

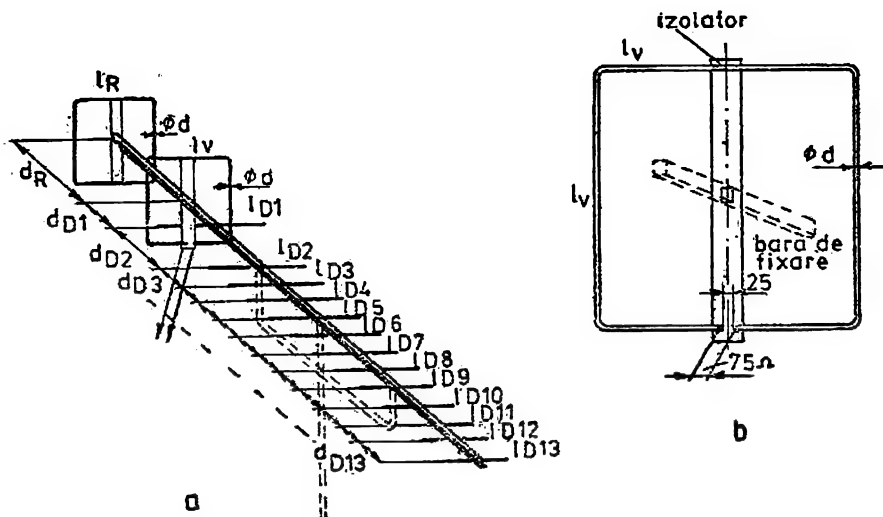


Fig. 3.19. Antena Quagi:  
a — antena cu 15 elemente; b — detaliu de execuție a vibratorului.

Tabela 3.10.

Canal	21 la 28	28 la 35	35 la 42	42 la 50	50 la 60
$l_R$	596	533	482	440	400
$l_v$	566	506	458	418	380
$l_{D1}$	250	224	203	185	168
$l_{D2}$	249	222	201	184	167
$l_{D3}$	247	221	200	183	166
$l_{D4}$	246	220	199	182	165
$l_{D5}$	245	219	198	181	164
$l_{D6}$	243	217	197	180	163
$l_{D7}$	242	217	196	179	162
$l_{D8...9}$	241	216	195	178	161
$l_{D10}$	239	214	194	177	161
$l_{D11}$	238	213	193	176	160
$l_{D12}$	237	212	192	175	159
$l_{D13}$	235	211	191	174	158
$d_R$	149	183	121	110	100
$d_{D1}$	112	100	90	82	75
$d_{D2}$	234	209	189	173	157
$d_{D3}$	125	112	101	92	84
$d_{D4...D8}$	186	167	151	138	125
$d_{D7, 8}$	255	228	207	189	171
$d_{D9}$	239	214	194	177	161
$d_{D10}$	245	219	198	181	164
$d_{D11}$	195	175	158	144	131
$d_{D12}$	263	236	213	194	177
$d_{D13}$	293	262	237	216	197

$\varnothing$  vibrator și reflector 2,8 mm;

$\varnothing$  directori 3,2...3,5 mm.

Tabelul 3.11.

Canal	6	7	8	9	10	11	12
$l_R$	1814	1735	1662	1595	1534	1477	1425
$l_V$	1721	1646	1577	1514	1456	1401	1353
$l_{D1}$	752	719	689	661	636	612	591
$l_{D2}$	748	715	685	658	632	609	588
$l_{D3}$	744	712	682	654	629	606	585
$l_{D4}$	740	708	678	651	626	602	582
$l_{D5}$	736	704	675	647	622	599	578
$l_{D6}$	732	700	671	644	620	596	576
$d_R$	438	419	402	385	371	357	345
$d_{D1}$	350	315	302	290	279	268	259
$d_{D2}$	692	661	634	274	585	563	544
$d_{D3}$	366	350	335	322	309	298	289
$d_{D4, 5, 6}$	547	523	501	481	562	445	430

Ø reflector și vibrator = 4 mm;

Ø directori: 5...6 mm.

Tabelul 3.12.

Parametru	Cîştig	Raport faşăspate	Unghi directivitate
Antenă UIF — 15 elemente	15 dB	34 dB	33°
Antenă FIF — 7 elemente	12 dB	30 dB	36°

Conectarea sistemelor de antene Quagi se face avînd în vedere impedanța lor 75 ohmi (simetric). De exemplu, în cazul unui sistem de patru antene, prin punerea lor în paralel prin tronsoane de cablu bifilar (simetric) de 300 ohmi de lungime egală cu un număr impar de  $\lambda/4$  (vezi tabelul A3), impedanța obținută la bornele sistemului va fi de 300 ohmi (simetric), de aici conectarea la cablul de coborîre fiind cunoscută.

### 3.1.4. Alte tipuri de antene utilizate în recepția TV la mare distanță

În recepția TV la mare distanță în gamele de FIF și UIF sînt utilizate încă multe alte tipuri de antene TV de canal sau de bandă largă, ale căror performanțe practice sînt discutate și discutabile.

În general realizarea lor practică este dificilă presupunînd o înaltă precizie de execuție cît și utilizarea unor materiale mai greu de obținut de către amatori, rezultatele nemotivînd efortul de realizare.

Dintre antenele utilizate în recepția la mare distanță cu rezultate practice totuși bune trebuie menționate cîteva:

— *Antene de bandă largă cu elemente în „X”*. Sînt antene a căror construcție mecanică este mult mai complicată decît a antenelor Yagi. În general ele sînt realizate industrial cu 10...20 elemente. Antenele de acest tip asigură un cîştig de ordinul a 14...16 dB în toată gama de UIF. Avantajul principal al utilizării antenelor cu elemente în „X” în recepția la mare distanță este acela că ele recepționează cu cîştig relativ constant și cîmpul care datorită reflexiilor multiple suferă modificări ale polarizării.

— *Antene periodice logaritmice pentru gama de UIF.* Sînt antene de bandă largă, cu cîştig practic constant în toată gama. Se realizează şi cu un număr de ordinul a 40 elemente, în acest caz cîştigul poate ajunge la 20...21 dB iar raportul faţă spate 40 dB.

— *Antene Swan.* Sînt antene utilizate curent de radioamatori pentru gama de 144 MHz. Prin extindere sînt utilizate şi pentru recepţia TV din gamele de FIF şi UIF. Se caracterizează printr-o bandă foarte îngustă de frecvenţe. Respectarea riguroasă a dimensiunilor constructive condiţionează obţinerea unor performanţe corespunzătoare.

Rezultatele obţinute cu acest tip de antene la recepţia TV la mare distanţă sînt comparabile cu cele obţinute cu o antenă Yagi de aproximativ acelaşi gabarit.

Toate aceste tipuri de antene cît şi altele mai sofisticate întîlnite în literatura de specialitate presupun construcţii mecanice de precizie ridicată.

Datorită dificultăţilor de execuţie apar însă inexactităţi care duc la scăderea sensibilităţii a performanţelor antenelor, motiv pentru care autorul recomandă amatorilor de recepţie la mare distanţă realizarea şi utilizarea unor antene şi sisteme de antene cu realizare mecanică mai simplă, verificate în practică, de tip Yagi sau Quagi.

### 3.2. Amplificatoare de antenă

Unul dintre elementele principale ale instalaţiei de recepţie la mare distanţă este amplificatorul de antenă. El fiind primul element amplificator al semnalului de radiofrecvenţă stabileşte practic raportul semnal zgomot al sistemului de recepţie. Din acest motiv se caută să se obţină amplificatoare cu zgomot propriu cît mai mic.

În vederea folosirii lor în instalaţiile de recepţie TV la mare distanţă în gamele de FIF şi UIF, prin utilizarea de tranzistoare de zgomot mic în scheme adecvate se pot obţine uzual amplificatoare cu factor de zgomot mai mic de 3 dB în FIF şi mai mic de 4 dB în UIF.

În practica recepţiei la mare distanţă în gamele de FIF şi UIF sînt utilizate o multitudine de tipuri de amplificatoare de antenă. În cele ce urmează vor fi descrise cîteva dintre tipurile de amplificare specifice recepţiei la mare distanţă caracterizate în special prin: factor de zgomot redus, modulaţie încrucişată foarte bună şi eventual (dacă este cazul) selectivitate ridicată.

Deoarece elementul principal al unui amplificator de antenă este tranzistorul utilizat în primul etaj amplificator şi clasificarea amplificatoarelor se face funcţie de el.

#### 3.2.1. Amplificator de antenă pentru un canal TV realizat cu tranzistoare bipolare de curent mic

Cele mai des utilizate amplificatoare de canal pentru gamele de FIF şi UIF sînt cele realizate cu tranzistoare bipolare de frecvenţă mare şi curent mic (2...5 mA) montate în conexiune „bază la masă“.

Schema tipică a unui asemenea amplificator pentru gama de FIF este dată în fig. 3.20.



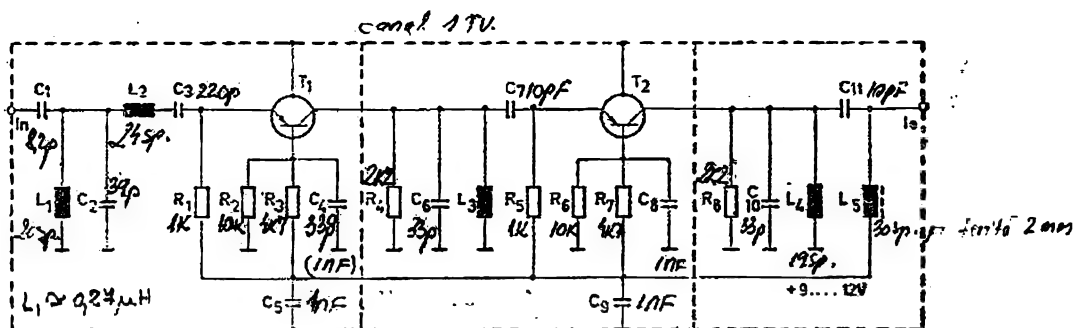


Fig. 3.20. Schema electrică a amplificatorului de canal FIF realizat cu tranzistoare bipolare PNP, de curent mic, în montaj „bază comună”, alimentat cu tensiune pozitivă.

Amplificatorul din schemă este realizat cu tranzistoare de tip PNP și este alimentat la o tensiune pozitivă de 9...12 V prin cablul de coborire.

În cazul în care tensiunea de alimentare este negativă schema utilizată este cea din fig. 3.21. Diferențele dintre cele două scheme apar numai datorită polarității tensiunii de alimentare, din punct de vedere al înaltei frecvențe valorile elementelor de circuit sînt identice.

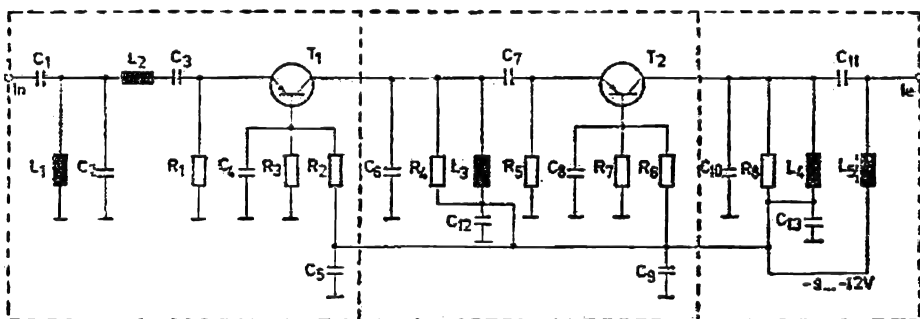


Fig. 3.21. Schema electrică a amplificatorului de canal FIF realizat cu tranzistoare bipolare PNP, de curent mic, în montaj „bază comună”, alimentat cu tensiune negativă.

În cazul utilizării unor tranzistoare de tip NPN, cele două scheme rămîn valabile în totalitate, cu observația că la schimbarea tipului de tranzistor din PNP în NPN, se schimbă și polaritatea tensiunii de alimentare. Astfel, amplificatorul cu schema din fig. 3.20 realizat cu tranzistoare NPN va trebui alimentat cu tensiune negativă, iar amplificatorul cu schema din fig. 3.21 realizat cu tranzistoare NPN va trebui să fie alimentat cu tensiune pozitivă.

În practică, pentru a se evita complicațiile schemei din fig. 3.21 privitoare la alimentarea tranzistoarelor, care implică decuplarea bobinelor de acord din colectoarele tranzistoarelor se preferă utilizarea de tranzistoare PNP în cazul alimentării cu tensiune pozitivă și tranzistoare NPN în cazul alimentării cu tensiune negativă.

Elementele de circuit ale amplificatoarelor de canal din schemele din fig. 3.20 și 3.21 care asigură polarizarea tranzistoarelor, și decuplarea circuitelor în FIF, au valori comune pentru toate canalele. Acestea sînt:

- $C_3$  — condensator ceramic disc 220 pF...1 nF;
- $R_1$ ,  $R_5$  — rezistențe chimice 0,25 W, 1 k $\Omega$   $\pm$ 10%;

- $R_2, R_6$  — rezistențe chimice 0,25 W, 10 k  $\Omega \pm 10\%$ ;
- $R_3, R_7$  — rezistențe chimice 0,25 W, 4,7 k  $\Omega \pm 10\%$ ;
- $C_4, C_5, C_8, C_9$  (și  $C_{12}, C_{13}$  din fig. 3.21) — condensatoare ceramice disc (de preferat condensatoare fără terminale) 470 pF...1nF (indiferent de toleranță);
- $L_5$  șoc pe ferită, minimum 20 spire, conductor cupru izolat cu lac email, termoplast sau polieretan  $\varnothing 0,15... \varnothing 0,22$  mm, pe miez de ferită de înaltă frecvență  $\varnothing 1...2$  mm.
- $T_1$  și  $T_2$ , tranzistoare de FIF (sau UIF) de curent și zgomot mic. În tabelul 3.13 sînt date în ordinea performanțelor obținute tranzistoarele uzuale care pot fi folosite în amplificatoarele cu schemele din fig. 3.20 și 3.21.

**Tabelul 3.13. Tranzistoarele de curent mic folosite în amplificatoarele de canal FIF și UIF**

Tranzistor	FIF		UIF	
	PNP	NPN	PNP	NPN
$T_1$	BF 272; AF 240; BF 509; AF 139; AF 109R.	BF 180; BF 212; BF 200.	BF 272; AF 240.	BF 180; BF 212.
$T_2$	Toate tipurile de la $T_1$ ; BF 316; BF 506; AF 106.	Toate tipurile de la $T_1$ ; BF 183; BF 184; BF 214; BF 254; BF 213; BF 255.	Toate tipurile de la $T_1$ ; BF 316; BF 509; AF 139.	Toate tipurile de la $T_1$ ; BF 213; BF 181; BF 183.

Evident că la acestea pot fi adăugate încă o serie foarte mare de tranzistoare echivalente de diferite fabricații, în tabel fiind trecute numai tranzistoarele fabricate sau utilizate curent în țară.

Elementele de circuit a căror valoare este funcție de frecvența de acord a semnalului au valorile date în tabelul 3.14.

**Tabelul 3.14. Valorile elementelor de circuit din schemele din fig. 3.20 și fig. 3.21**

Canal	$C_1$ (pF)	$C_2$ (pF)	$C_3$ (pF)	$C_4$ (pF)	$C_{10}$ (pF)	$C_{11}$ (pF)	$L_1$ (spire)	$L_2$ (spire)	$L_3$ (spire)	$L_4$ (spire)
1	8,2	39	33	10	33	10	20	24	19	19
2	8,2	39	22	10	22	10	18	21	18	18
3	6,8	22	15	8,2	15	8,2	16	20	16	16
4	6,8	18	12	6,8	12	6,8	15	20	16	16
5	6,8	15	10	6,8	10	6,8	15	20	16	16
6	3,3	6,8	6,8	4,7	6,8	4,7	8	13	8	8
7	3,3	6,8	6,8	4,7	6,8	4,7	8	13	8	8
8	3,3	6,8	6,8	4,7	6,8	4,7	7	11	7	7
9	3,3	5,6	5,6	3,3	5,6	3,3	7	11	7	7
10	3,3	5,6	5,6	3,3	5,6	3,3	6	11	7	7
11	3,3	5,6	5,6	3,3	5,6	3,3	6	11	6	6
12	3,3	4,7	4,7	3,3	4,7	3,3	6	11	6	6

Toate condensatoarele din tabel sînt condensatoare ceramice disc, iar bobinele sînt realizate „pe aer”, din conductor de cupru acoperit cu email, termoplast sau poliuretan  $\varnothing 0,5$  mm, bobinate spiră lîngă spiră pe dorn  $\varnothing 3$  mm.

Rezistențele de amortizare  $R_4$ ,  $h_3$  sînt rezistențe chimice de 0,25 W a căror valoare va fi determinată în timpul operației de reglare pe canal. Utilizarea lor are ca scop atît asigurarea benzii de trecere pe canalul TV pe care este acordat amplificatorul cit și asigurarea stabilității lui. Valoarea lor uzuală este de 2,2 k $\Omega$  (minimum 1 k $\Omega$  în cazul apariției unor oscilații pe canal). În cazul amplificatoarelor stabile se poate renunța la una sau chiar la amîndouă rezistențele de amortizare.

Pentru gama de UIF amplificatoarele sînt în principiu asemănătoare cu cele de FIF, cu mențiunea că circuitele rezonante de data aceasta trebuie să poată fi acordate pe canalele din UIF.

Schema tipică a unui amplificator de canal UIF realizat cu tranzistoare PNP și alimentat cu tensiune pozitivă este dată în fig. 3.22 iar cea a unui

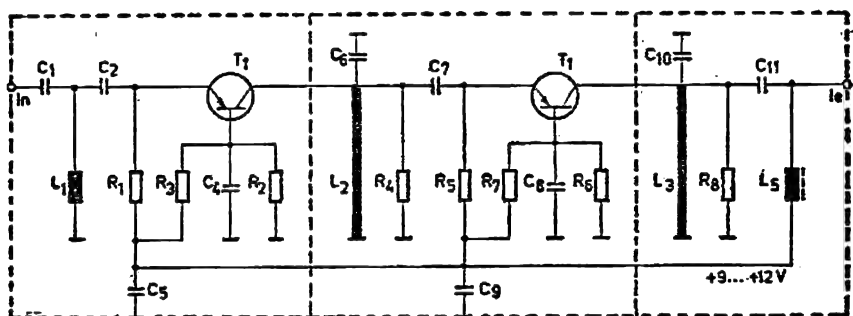


Fig. 3.22. Schema electrică a amplificatorului de canal UIF realizat cu tranzistoare bipolare PNP, de curent mic, în montaj „bază comună”, alimentat cu tensiune pozitivă.

amplificator cu tranzistoare PNP alimentat cu tensiune negativă este dată în fig. 3.23.

Pentru o mai ușoară urmărire a schemelor amplificatoarelor de UIF în comparație cu schemele amplificatoarelor de FIF s-a respectat aceeași ordine de numerotare a elementelor de circuit, a celor patru scheme (fig. 3.20; fig. 3.21; fig. 3.22 și fig. 3.23).

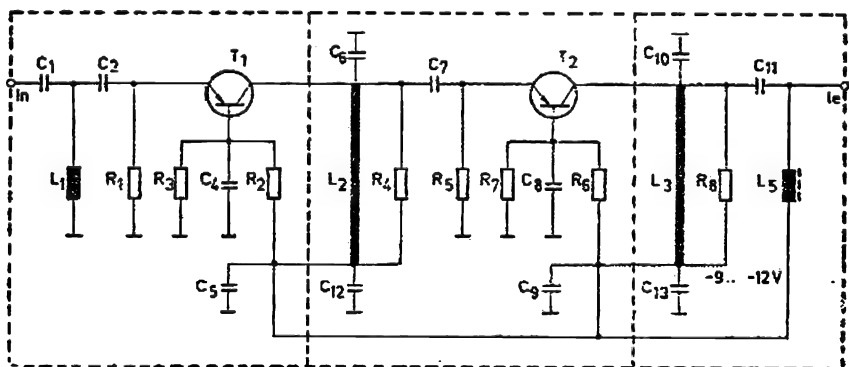


Fig. 3.23. Schema electrică a amplificatorului de canal UIF realizat cu tranzistoare bipolare PNP, de curent mic, în montaj „bază comună”, alimentat cu tensiune negativă.

Ca și în cazul amplificatoarelor de FIF, la amplificatoarele de UIF, schimbarea tipului de tranzistor din PNP în NPN atrage după sine schimbarea polarității tensiunii de alimentare fără alte schimbări ale schemei electrice.

Elementele de circuit care asigură polarizarea în curent continuu a tranzistoarelor cît și condensatoarele de decuplare în înaltă frecvență din schemele din fig. 3.22 și 3.23 sînt numerotate la fel și au aceleași valori ca cele din fig. 3.20 și 3.21. Tranzistoarele utilizate sînt date în tabelul 3.13. Valorile elementelor de acord sînt date în tabelul 3.15. Condensatoarele din

**Tabelul 3.15. Elementele de acord ale amplificatoarelor din fig. 3.22 și 3.23**

Canale	21...25	26...30	31...39	40...50	51...60
Componentă					
$C_1, C_2$ (pF)	3,3	3,3	3,3(2,7)	2,2	2,2
$L_1$ (spire)	2,5	2,5	2,5	2	2
$C_6, C_{10}$ (pF)	3,3	2,2	1,5	1	1
$C_7, C_{11}$ (pF)	1,5	1,5	1,5	1	1
$L_2, L_3$ (mm)	35	30	25	25	20

tabel sînt de tip ceramic disc de toleranță  $\pm 0,25$  pF. Bobina  $L_1$  este realizată din cupru  $\varnothing$  0,5 mm pe dorn  $\varnothing$  3 mm. Lungimea liniilor  $L_2$  și  $L_3$  este orientativă dimensiunile lor putînd varia funcție de forma cutiei utilizate și de forma liniei propriu-zise. Pentru clarificare, în paragraful 3.2.5 se dau amănuntele constructive ale unor astfel de amplificatoare.

Cu amplificatoare de acest tip pot fi obținute următoarele performanțe:

- amplificare (75 ohmi/75 ohmi)  $\geq 24$  dB în FIF;  
 $\geq 20$  dB în UIF;
- factor de zgomot:  $F \leq 5$  dB în FIF;  
 $\leq 6,5$  dB în UIF;
- consum  $\leq 10$  mA (la  $U = 9...12$  V.)

### 3.2.2. Amplificatoare de canal realizate cu tranzistoare de curent mare în montaj „emitor comun“

Față de amplificatoarele de canal descrise la paragraful precedent, amplificatoarele de canal realizate cu tranzistoare de curent mare (în „emitor comun“) prezintă cîteva avantaje (mai ales în gama de FIF):

- au amplificare mai mare;
- au factor de zgomot mai mic;
- au intermodulația și modulația încrucișată mai mici.

În fig. 3.24 și fig. 3.25 sînt date schemele tipice ale amplificatoarelor de FIF realizate cu tranzistoare NPN de curent mare, în montaj „emitor comun“. În cazul utilizării de tranzistoare PNP, schemele se mențin practic

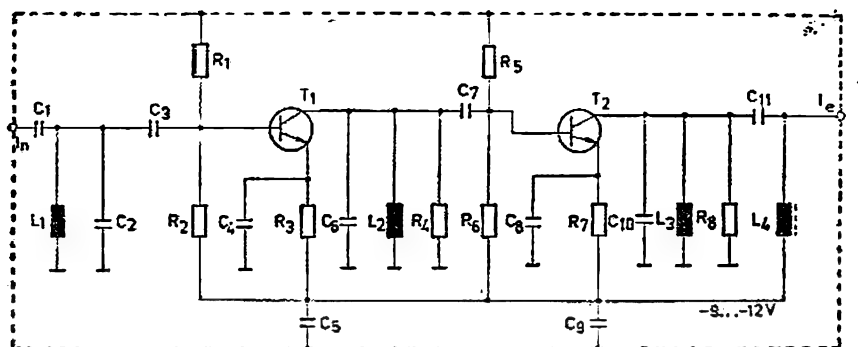


Fig. 3.24. Schema electrică a amplificatorului de canal FIF realizat cu tranzistoare bipolare PNP de curent mare, în montaj „emitor comun” alimentat cu tensiune negativă.

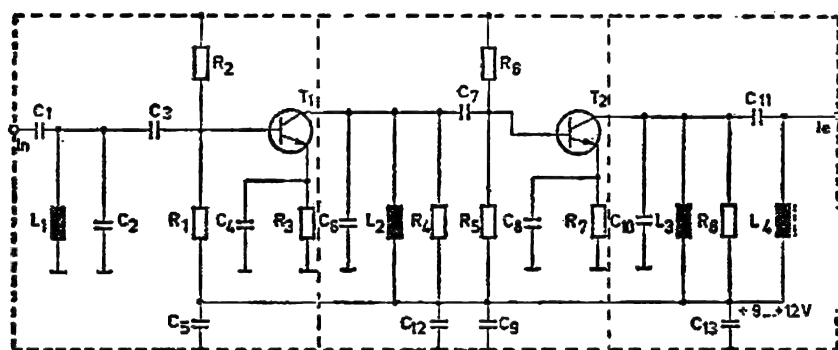


Fig. 3.25. Schema electrică a amplificatorului de canal FIF realizat cu tranzistoare bipolare NPN de curent mare, în montaj „emitor comun”, alimentat cu tensiune pozitivă.

neschimbate, cu mențiunea că tensiunea de alimentare va trebui să fie aplicată cu polaritate inversă.

Elementele de circuit care asigură polarizarea tranzistoarelor și decuplările în FIF sînt comune tuturor canalelor TV și au următoarele valori:

- $R_1, R_5$  rezistențe chimice 0,25 W — 10 kohmi  $\pm 10\%$
- $R_2, R_6$  rezistențe chimice 0,25 W — 2,2 kohmi  $\pm 10\%$
- $R_3, R_7$  rezistențe chimice 0,25 W — 150 ohmi  $\pm 10\%$
- $C_4, C_5, C_8, C_9, C_{12}, C_{13}$  condensatoare ceramice — disc de decuplare (preferabil fără terminale) de 470 pF...1 nF;

—  $R_4$  și  $R_8$  sînt rezistențe de amortizare a circuitelor acordate. Valorile lor se stabilesc în timpul reglajului amplificatorului. Uzual ele sînt cuprinse între 1 și 5,6 kohmi. Valoarea uzuală este de 2,7 kohmi.

Dintre tranzistoarele uzuale de fabricație românească pot fi utilizate cu bune rezultate tranzistoarele NPN de tip BF Y 90, BF X 89, BF 173 și BF 199 sau tranzistoarele PNP de tipul 2 N 4957 sau 2N 4958.

Valorile elementelor de circuit care asigură acordul pe canal sînt date în tabelul 3.16.

Tabelul 3.16. Valorile componentelor din schemele din fig. 3.24 și fig. 3.25.

Canal	$C_1$ (pF)	$C_2$ (pF)	$C_{2'}$ (pF)	$C_3$ (pF)	$C_{3'}$ (pF)	$C_{10}$ (pF)	$C_{11}$ (pF)	$L_1$ (spire)	$L_2$ (spire)	$L_3$ (spire)
1	15	33	15	33	12	33	12	20	20	20
2	12	22	12	22	8,2	22	8,2	18	18	18
3	6,8	15	6,8	15	6,8	15	6,8	16	16	16
4	6,8	12	5,6	12	6,8	12	6,8	15	15	15
5	5,6	10	5,6	10	5,6	10	5,6	15	15	15
6	4,7	6,8	4,7	6,8	4,7	6,8	4,7	7	7	7
7	4,7	6,8	4,7	6,8	4,7	6,8	4,7	7	7	7
8	3,3	6,8	3,3	6,8	3,3	6,8	3,3	6	6	6
9	3,3	5,6	3,3	5,6	3,3	5,6	3,3	6	6	6
10	3,3	5,6	2,7	5,6	3,3	5,6	3,3	5	5	5
11	2,7	5,6	2,7	5,6	2,7	5,6	2,7	5	5	5
12	2,7	5,6	2,7	5,6	2,7	5,6	2,7	5	5	5

Toate condensatoarele din tabel sînt condensatoare ceramice disc (de gabarit cît mai mic), iar bobinele sînt realizate pe dorn  $\varnothing 3$  din cupru email, termoplast sau poliuretan  $\varnothing 0,5$  mm.

În cazul amplificatoarelor de canal pentru gama de UIF, schemele păstrează aceeași configurație în partea de polarizare în curent continuu, diferind numai elementele de acord pe canal. Cele două scheme pentru gama de UIF corespundătoare schemelor de FIF din fig. 3.24 și 3.25 sînt date în fig. 3.26 și fig. 3.27.

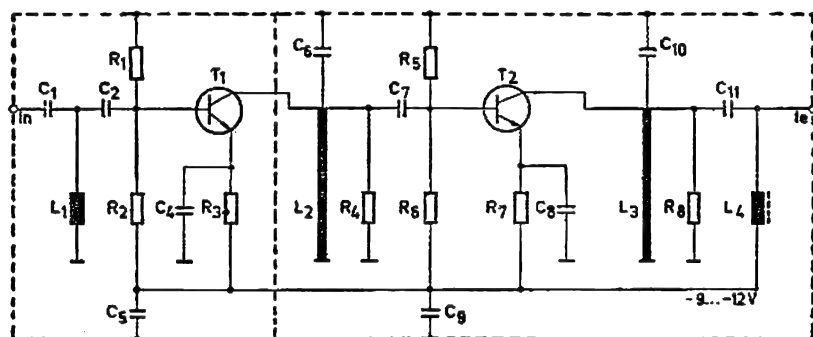


Fig. 3.26. Schema electrică a amplificatorului de canal UIF realizat cu tranzistoare NPN de curent mare, în montaj „emitor comun” alimentat cu tensiune negativă.

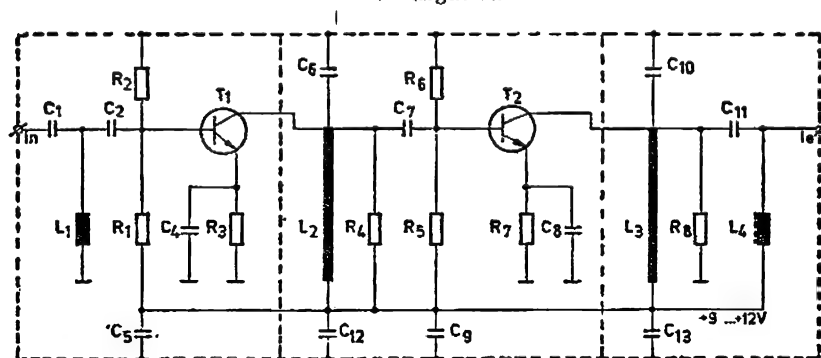


Fig. 3.37. Schema electrică a amplificatorului de canal UIF realizat cu tranzistoare NPN de curent mare în montaj „emitor comun”, alimentat cu tensiune pozitivă.

Pentru ușurința urmăririi lor, în cele două scheme de UIF s-a păstrat ordinea numerotării componentelor din schemele de FIF. Toate componentele care asigură polarizarea tranzistoarelor și decuplările în UIF păstrează valorile din schemele de FIF. Elementele de acord pe canal UIF au valorile date în tabelul 3.17.

**Tabelul 3.17.**

**Elementele de acord din schemele din  
fig. 3.26 și fig. 3.27**

Canal Componentă	21...25	25...30	31...39	40...50	51...60
$C_1, C_2$ (pF)	3,3	3,3	2,7	2,2	2,2
$L_1$ (Spire)	2,5	2,5	2,5	2	2
$C_6, C_{10}$ (pF)	3,3	2,2	1,5	1	1
$C_8, C_{11}$ (pF)	1,5	1,5	1,5	1	1
$L_2, L_3$ (mm)	35	30	25	25	20

Condensatoarele sînt de tip ceramic disc (de gabarit cit mai redus) iar bobinele sînt realizate din cupru  $\varnothing$  0,5 pe dorn  $\varnothing$  3 mm. Liniiile de acord  $L_2$  și  $L_3$  au lungimile date în mod orientativ, ele depinzînd și de restul construcției amplificatorului. Amănunte constructive asupra lor se dau la paragraful 3.2.5.

Tranzistoarele utilizate curent în amplificatoarele de acest tip sînt BFY90 (NPN) și 2 N 4957 (PNP), însă rezultatele obținute cu ele de multe ori nu sînt chiar mulțumitoare, obținîndu-se un factor de zgomot de 5...6 dB și amplificatoare de cca 10 dB/tranzistor.

Referitor la tranzistoarele de curent mare utilizabile în acest tip de amplificatoare trebuie menționat că unele dintre firmele electronice de mare tradiție în lume au dezvoltat o serie de tranzistoare bipolare de radiofrecvență ( $f_T > 5$  GHz), de curent mare (zeci de mA) și zgomot mic ( $F \leq 2$  dB la 800 MHz), de impedanță mică, destinate utilizării în amplificatoarele de antenă FIF și UIF. În notația europeană acestea sînt tranzistoarele din seriile BFR, BFQ, sau BFT. Un tranzistor tipic pentru acestea este tranzistorul BFR 91, tranzistor NPN cu performanțe notabile în amplificatoarele de antenă.

Un amplificator de antenă de canal FIF realizat conform schemei din fig. 3.24 (sau fig. 3.25) care utilizează ca prim tranzistor BFR 91, iar al doilea, oricare tranzistor uzual de FIF, ca de exemplu BF 199, poate asigura pe oricare dintre canalele FIF o amplificare de ordinul a 40 dB (minimum 34 dB) și un factor de zgomot de ordinul a 2...3 dB. Un amplificator de UIF realizat cu un tranzistor BFR 91 ( $T_1$ ) și un tranzistor BFY 90 ( $T_2$ ) poate asigura în gama de UIF o amplificare de 26...36 dB (descrescător spre canalele mari) și un factor de zgomot de ordinul a 3,5 dB, performanțe care nu pot fi atinse cu componentele uzuale.

### 3.2.3. Amplificatoare de canal FIF, UIF cu tranzistoare MOS cu efect de câmp (MOS-FET)

Din punct de vedere al performanțelor, rezultate foarte bune în instalațiile de recepție TV la mare distanță în gamele de FIF și UIF se obțin și cu amplificatoare de canal TV cu tranzistoare cu efect de câmp.

Pentru utilizarea în radiofrecvență, în ultima vreme au fost dezvoltate cu deosebit succes tranzistoarele MOS-FET canal N, cu două porți, cunoscute și sub numele de „tetrode MOS“, datorită comportamentului lor comparabil cu cel al tetrodei clasice (schemele lor echivalente în radiofrecvență sînt identice).

În fig. 3.28 și 3.29 sînt date schemele amplificatoarelor de FIF realizate cu tranzistoare MOS-FET, canal N cu două părți, alimentate cu tensiune pozitivă (fig. 3.28) respectiv negativă (fig. 3.29).

Între cele două scheme există deosebiri numai în ceea ce privește partea de polarizare în curent continuu.

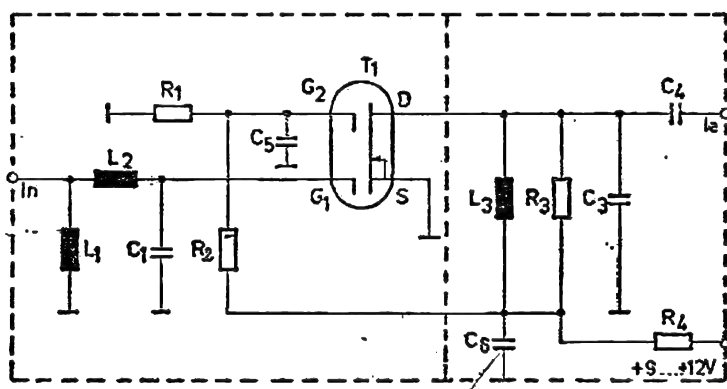


Fig. 3.28. Schema electrică a amplificatorului de canal FIF realizat cu „tetrodă MOS“ canal N, alimentat cu tensiune pozitivă.

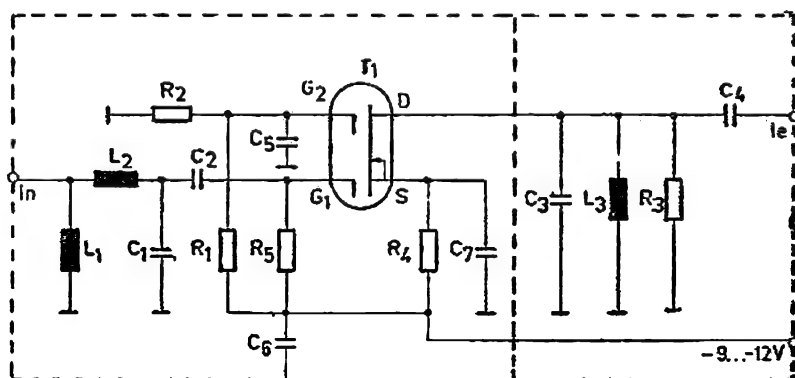


Fig. 3.29. Schema electrică a amplificatorului de canal FIF realizat cu „tetrodă MOS“ canal N, alimentat cu tensiune negativă.



În continuare amplificatorul poate fi completat cu încă unul sau chiar două etaje de radiofrecvență realizate cu tranzistoare bipolare sau chiar MOS-FET. În general, la nivel de amatori în al doilea etaj este de preferat utilizarea unui tranzistor bipolar, deoarece datorită impedanțelor lor de intrare și ieșire de valori mici, pericolul de autooscilație este redus.

În scopul obținerii unui zgomot cât mai redus, în canalele benzii 3 FIF se pot utiliza circuitele de intrare din fig. 3.30 a și fig. 3.30 b. Acest tip de circuit acordat tot pe frecvența canalelor asigură la intrarea tranzistorului

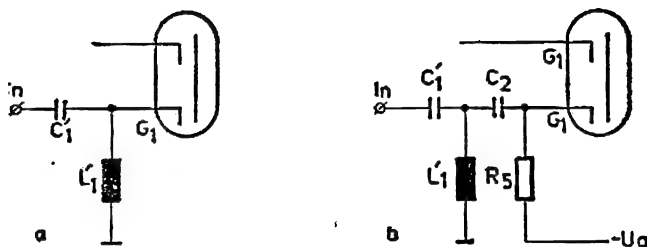


Fig. 3.30. Variantă de circuit de intrare pentru amplificatoarele de canal FIF bandă 3 realizată cu „tetrodă MOS“ canal N: a) alimentat cu tensiune pozitivă; b) alimentat cu tensiune negativă.

MOS-FET o impedanță preponderent inductivă, (condiția de zgomot minim a „tetradelor MOS“ uzuale), capacitatea de acord a circuitului fiind formată din capacitatea de intrare a porții 1 ( $G_1$ ) a tranzistorului în paralel cu capacitatea echivalentă a circuitului format din  $C_1$  și impedanța de intrare în serie.

Pentru amplificatoarele de canal UIF, schemele rămân în principiu la fel ca cele de FIF, schimbându-se de data aceasta elementele de acord pe canal.

În fig. 3.31 și fig. 3.32 sînt date schemele electrice ale amplificatoarelor de canal UIF realizate cu „tetrode MOS“ și alimentate cu tensiune pozitivă (fig. 3.31), respectiv negativă (fig. 3.32).

Elementele de circuit cu valori comune pe toate canalele FIF și UIF din schemele din fig. 3.28, fig. 3.29, fig. 3.31 și fig. 3.32 sînt următoarele:

- $C_2$  — condensator ceramic disc  $22^\circ$  pF...1 nF;
- $R_1, R_5$  — rezistențe chimice 0,25 w — 10 kohmi  $\pm 10\%$ ;

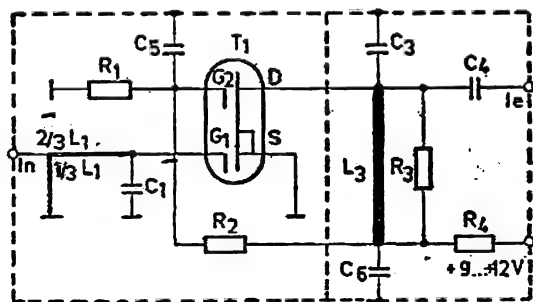


Fig. 3.31. Schema electrică a amplificatorului de canal UIF realizat cu „tetrodă MOS“ canal N, alimentat cu tensiune pozitivă.

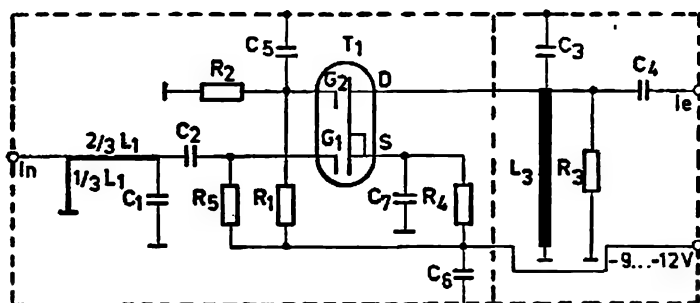


Fig. 3.32. Schema electrică a amplificatorului de canal UIF realizat cu „tetrodă MOS” canal N, alimentat cu tensiune negativă.

- $R_2$  — rezistență chimică 0,25 w — 22 kohmi  $\pm 10\%$ ;
- $R_3$  — rezistență chimică 0,25 w — 1,5...4,7 kohmi se montează la reglare pentru obținerea benzii de radiofrecvență necesară și pentru eliminarea eventualelor oscilații parazite ale amplificatorului;
- $R_4$  — rezistență chimică 0,25 w — 100..330 ohmi este rezistența de protecție a tranzistorului MOS, ea limitând curentul de drenă (sursă) al tranzistorului;
- $C_5, C_6, C_7$  — condensatoare ceramice disc (de preferat fără terminale) de 470 pF...1 nF;
- tranzistoarele MOS-FET cu două porți care pot fi utilizate în UIF (și FIF) sînt: BF 960, BF 980, BF 966, sau echivalente, iar numai pentru FIF sînt: BF 961, BF 981, BF 965, BF 963, BF 964 și evident toate echivalentele lor de alte fabricații.

Elementele de acord pentru amplificatoarele de FIF ale căror scheme sînt date în fig. 3.28, fig. 3.29 și fig. 3.30 au valorile date în tabelul 3.18.

Tabelul 3.18. Valorile elementelor de cîrcuit din fig. 3.28, fig. 3.29 și fig. 3.30

Componentă Canal	$C_1$ (pF)	$C_2$ (pF)	$C_4$ (pF)	$L_1$ (spire)	$L_2$ (spire)	$L_3$ (spire)	$C'_1$ (pF)	$L'_1$ (spire)
1	33	33	12	6,5	13,5	18,5	—	—
2	22	22	10	6,5	12,5	17,5	—	—
3	15	15	10	5,5	12,5	15,5	—	—
4	12	12	8,2	5,5	11,5	15,5	—	—
5	10	10	8,2	5,5	11,5	15,5	—	—
6	6,8	6,8	4,7	3	5,5	7,5	2,2	13,5
7	6,8	6,8	4,7	3	5,5	7,5	2,2	11,5
8	5,6	5,6	4,7	3	5,5	6,5	2,2	10,5
9	5,6	5,6	3,3	2,5	5,5	6,5	1,5	10,5
10	5,6	5,6	3,3	2,5	5,5	6,5	1,5	9,5
11	4,7	4,7	3,3	2,5	5,5	5,5	1,5	9,5
12	4,7	4,7	3,3	2	4,5	5,5	1,5	8,5

Toate bobinele din tabel sînt realizate prin bobinarea spiră lîngă spiră pe dorn  $\varnothing 3$  a unui conductor din cupru email, termoplast sau poliuretan  $\varnothing 0,5$  mm, iar condensatoarele sînt condensatoare ceramice disc de gabarit redus.

Valorile elementelor de acord pentru amplificatoarele de UIF din schemele din fig. 3.31 și fig. 3.32 sînt date în tabelul 3.19.

**Tabelul 3.19. Valorile elementelor de circuit din fig. 3.31 și fig. 3.32**

Canal Componentă	21...25	26...30	31...39	40...50	60...60
$C_1, C_3$ (pF)	3,3	2,2	1,5	1	1
$L_1, L_3$ (mm)	35	30	25	25	20
$C_4$ (pF)	1,5	1,5	1,5	1	1

Condensatoarele din tabel sînt condensatoare ceramice disc de gabarit mic, iar liniile de acord se realizează din conductor  $\varnothing 0,5...1$  mm, lungimile date în tabel fiind pur orientative, ele depinzînd de restul construcției amplificatorului (vezi paragraful 3.2.5.). Antena se cuplează la o priză la  $1/3$  din lungimea liniei  $L_1$ , așa cum este notat și în schemă.

Deși între diferitele tipuri de „tetrode MOS” utilizate în amplificatoare există diferențe atît din punct de vedere al pantei (de la  $10...12$  mA/V la BF 961 și BF 963, la  $16...18$  mA/V la BF 980, BF 981, BF 965 sau BF 966) cît și din punct de vedere al factorului de zgomot, rezultatele obținute cu un amplificator de canal cu primul tranzistor de tip MOS-FET și al doilea tranzistor de tip bipolar sînt foarte bune. Astfel, în FIF se obțin amplificări curente de 40 dB și factor de zgomot de ordinul a  $2...3$  dB, iar în UIF amplificări de  $30...36$  dB și factor de zgomot de ordinul a  $3...4$  dB.

Asupra detaliilor constructive ale amplificatoarelor cu „tetrodă MOS” se va reveni la paragraful 3.2.5.

### 3.2.4. Amplificatoare de bandă largă

Amplificatoarele de bandă largă utilizate (mai rar) în recepția TV la mare distanță trebuie să îndeplinească în special două condiții:

— să aibă un zgomot cît mai mic — condiție comună tuturor amplificatoarelor pentru recepție la mare distanță:

— să fie cît mai liniare — modulație încrucișată cît mai redusă — condiție tipică amplificatoarelor de bandă largă care amplifică simultan mai multe semnale TV de nivele diferite.

Datorită în special celei de a doua condiții impuse, amplificatoarele de bandă largă sînt realizate cu tranzistoare bipolare de curent mare.

În general un amplificator de bandă largă poate fi realizat pentru o bandă TV (FIF sau UIF), sau chiar pentru toată gama FIF-UIF.

Pentru realizarea amplificatoarelor de bandă largă se folosesc foarte multe tipuri de scheme electrice, diferind între ele fie prin soluțiile tehnice adoptate, fie prin tipurile de tranzistoare utilizate, fie prin modurile de asigurare a selectivității benzii TV care urmează să fie amplificată.

În figurile 3.33 și 3.34 sînt date două scheme de amplificatoare de bandă largă utilizabile pentru toată gama de TV-FIF și UIF ( $50...860$  MHz).

În fig. 3.33 este dată schema amplificatorului de bandă largă cu tranzistor NPN și alimentare cu tensiune pozitivă (minusul la masă), iar în fig. 3.34 este dată schema amplificatorului cu tranzistor NPN și alimentare cu tensiune negativă (plusul la masă).

În cazul utilizării unor tranzistoare de tip PNP, cele două scheme rămân identice atât din punct de vedere al configurației propriu-zise, cât și cel al valorilor elementelor de circuit, cu mențiunea că se schimbă însă polaritatea sursei de alimentare. De exemplu, schema din fig. 3.33 redesenată cu tranzistor PNP va fi alimentată cu tensiune negativă, iar cea din fig. 3.34 cu tensiune pozitivă.

Redus 12

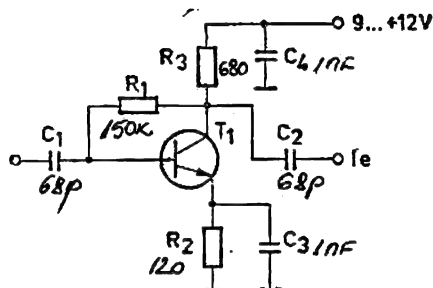


Fig. 3.33. Etaj amplificator de bandă largă cu tranzistor NPN alimentat cu tensiune pozitivă.

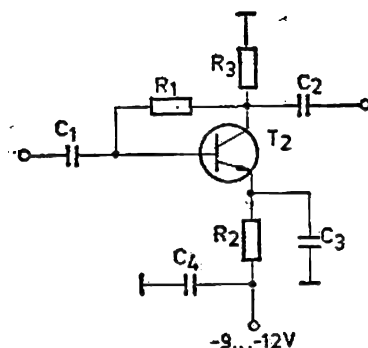


Fig. 3.34. Etaj amplificator de bandă largă cu tranzistor NPN alimentat cu tensiune negativă.

Valorile elementelor de circuit din cele două scheme sînt în general funcție de tranzistoarele folosite.

Tranzistoarele tipice folosite în acest tip de amplificatoare sînt BFY 90(NPN) și 2N4957(PNP).

În cazul utilizării unui tranzistor de acest tip (sau echivalent), elementele de circuit ale schemelor din fig. 3.33 sau 3.34 au următoarele valori:

—  $R_1$  — rezistență chimică 0,25 W 50...150 kohmi. Valoarea sa se alege așa fel ca prin tranzistor să se stabilească un curent de 4...10 mA (în general pentru primul etaj amplificator curentul trebuie să fie de 4...6 mA). În locul ei se poate utiliza o rezistență semireglabilă de 250 khomi, cel puțin pentru prima fază de stabilire a valorii optime a curentului prin tranzistor;

—  $R_2$  — rezistență chimică 0,25 W, 100...220 ohmi;

—  $R_3$  — rezistență chimică 0,25 W, 680 ohmi  $\pm 10\%$ ;

—  $C_1, C_2$  — condensatoare ceramice disc, de cuplaj, 5,6...68 pF. Valoarea lor diferă în funcție de banda de frecvențe care urmează a fi amplificată. În cazul amplificatoarelor care amplifică și banda 1 TV (de la 50 MHz) valoarea lor este de 56...68 pF. În cazul amplificatoarelor destinate numai gamei de UIF, valoarea lor poate scăde până la 5,6...10 pF.

—  $C_3, C_4$  — condensatoare, ceramice disc, de decuplare (de preferat condensatoare fără terminale), 470 pF...4,7 nF.

Cu un amplificator cu un singur etaj realizat conform schemelor din fig. 3.33 sau fig. 3.34 și utilizînd un tranzistor uzual și condensatoare de cuplaj  $C_1, C_2$ , de valori mari (68 pF) se obține o amplificare continuu descrescătoare în gamele FIF-UIF, TV ca în fig. 3.35 — linia continuă.

Factorul de zgomot obținut este 5...6 dB în gama de FIF și 6...8 dB în gama de UIF, el depinzînd și de filtrul de intrare utilizat.

În cazul utilizării unui tranzistor specializat pentru amplificatoarele de antenă — de exemplu BFR 91 (sau echivalent) — performanțele obținute sînt sesizabil superioare, caracteristica sa amplificare — frecvență fiind dată tot în fig. 3.35, cu linie întreruptă. Factorul de zgomot în acest caz este de 3...4 dB în FIF și 4...6 dB în UIF.

În funcție de amplificarea dorită, aceste tipuri de amplificatoare pot fi realizate cu unul sau mai multe etaje, avînd în vedere amplificarea/etaj din fig. 3.35.

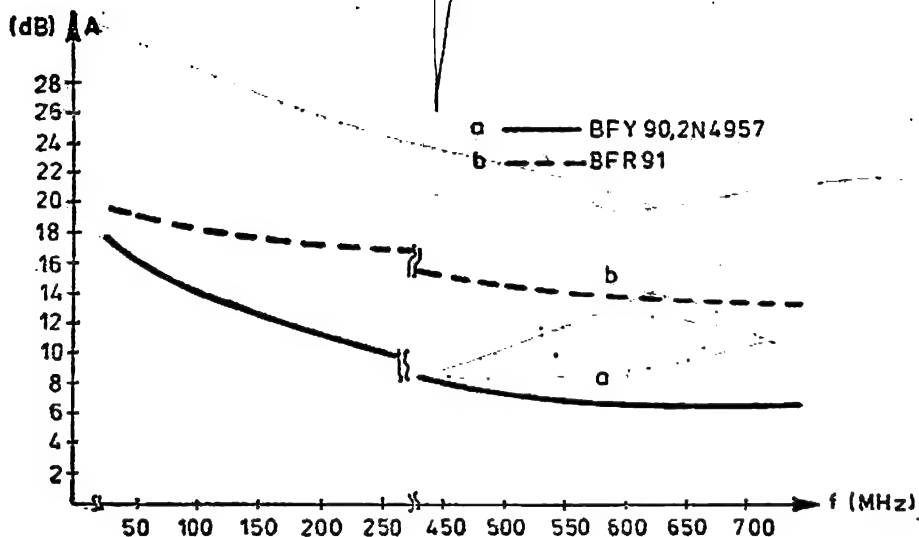


Fig. 3.35. Caracteristica amplificare — frecvență a unui etaj amplificator de bandă largă.

De exemplu, pentru a realiza o amplificare de cca 20 dB în UIF este necesară utilizarea a 3 etaje amplificatoare realizate cu BFY 90 (sau 2N 4957), sau două etaje amplificatoare în cazul utilizării unui tranzistor de tip BFR 91 în primul etaj și a unui tranzistor BFY 90 în etajul al doilea.

De asemenea, în funcție de gama de frecvențe care urmează a fi amplificată — respectiv selectată — la intrarea și ieșirea amplificatoarelor de bandă largă vor fi utilizate filtrele „trece sus“, „trece jos“ sau „trece bandă“ adecvate (vezi subcapitolul 3.4).

Un caz mai special al amplificatoarelor de bandă largă este cel al amplificatoarelor de bandă largă pentru gama de UIF.

În acest caz, cu amplificatoare specializate pentru UIF utilizînd același tip de tranzistoare, performanțele obținute sînt superioare celor obținute cu amplificatoarele de bandă largă cu schemele din fig. 3.33 și fig. 3.34.

În fig. 3.36 — este dată schema unui amplificator cu două etaje, realizat cu tranzistoare NPN (de tip BFY 90) destinat gamei de UIF și alimentat cu tensiune negativă (plusul la masă).

În fig. 3.37 este dată varianta aceleiași scheme în cazul alimentării cu tensiune pozitivă (minusul la masă).

În cazul utilizării unor tranzistoare PNP (de tip 2N 4957), schemele păstrează aceeași configurație, schimbîndu-se însă polaritatea sursei de alimentare.

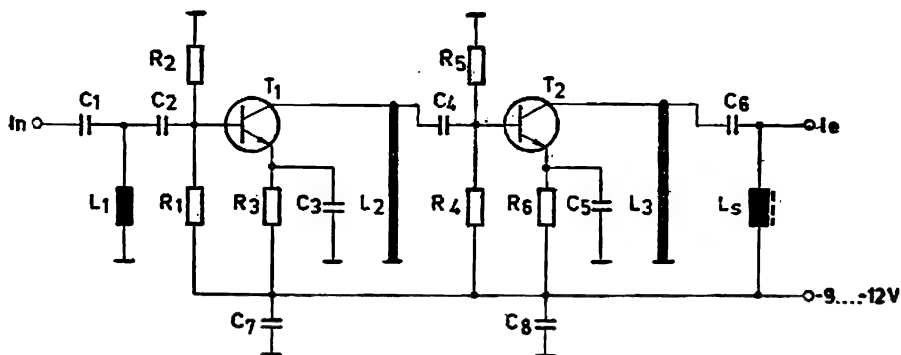


Fig. 3.36. Schema electrică a amplificatorului de bandă largă UIF realizat cu tranzistoare NPN, alimentat cu tensiune negativă.

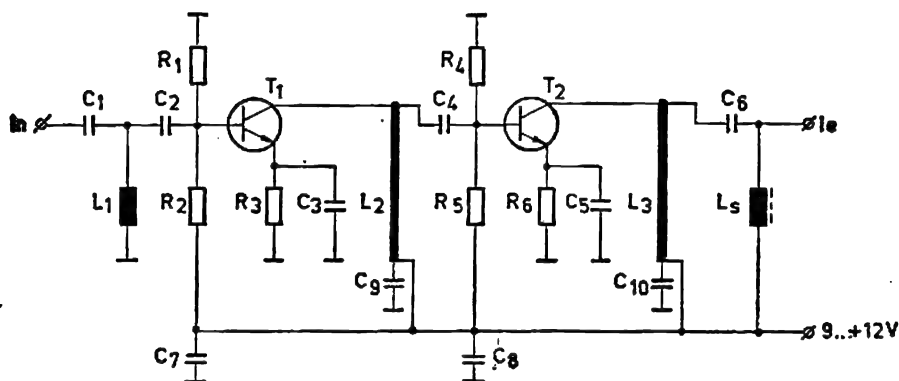


Fig. 3.37. Schema electrică a amplificatorului de bandă largă UIF cu tranzistoare NPN, alimentat cu tensiune pozitivă.

Elementele de circuit din cele două scheme au următoarele valori:

- $R_2, R_5$  — rezistențe chimice 0,25 w, 10 kohmi  $\pm 10\%$ ;
- $R_1, R_4$  — rezistențe chimice 0,25 w, 2,2 kohmi  $\pm 10\%$ ;
- $R_3, R_6$  — rezistențe chimice 0,25 w, 150 ohmi...220 ohmi;
- $C_1, C_2$  — condensatoare ceramice disc, 3,3 pF  $\pm 0,25$  pF;
- $C_4, C_6$  — condensatoare ceramice disc 4,7 pF  $\pm 0,25$  pF;
- $C_3, C_5, C_7, C_8, C_9, C_{10}$  — condensatoare ceramice disc (preferabil fără terminale) 470 pF...4,7 nF;
- $L_1$  bobină, 2,5 spire, cupru  $\varnothing$  0,5 mm bobinată pe dorn  $\varnothing$  3 mm (uzual se realizează din terminalul unuia dintre condensatoarele ceramice);
- $L_2, L_3$  — linie din cupru cositorit  $\varnothing$  0,3 mm...  $\varnothing$  0,6 mm lungă de circa 30 mm (se poate utiliza la realizare și un terminal de condensator ceramic);
- $L_5$  — șoc electric pentru gama de UIF realizat fie pe ferită (circa 20 spire cupru termoplast  $\varnothing$  0,2 mm pe fentă  $\varnothing$  1), fie bobină pe aer, minimum 20 de spire, din cupru termoplast  $\varnothing$  0,3 mm...  $\varnothing$  0,5 mm pe dorn  $\varnothing$  3 mm. Se utilizează numai dacă alimentarea se realizează prin cablul de coborire.

Cu un astfel de amplificator realizat cu tranzistoare clasice se obține o amplificare de minimum 18 dB (tipic 20 dB) în gama de UIF corespunzătoare canalelor 21...43 și un factor de zgomot de ordinul a 6 dB.

Evident că prin adăugarea a încă unul sau două etaje amplificatoare, amplificarea montajului crește corespunzător.

În cazul utilizării în primul etaj a unui tranzistor specializat de tip BFR 91 (sau echivalent) performanțele se îmbunătățesc sesizabil, amplificarea crește cu minimum 3 dB iar factorul de zgomot se îmbunătățește cu minimum 1,5 dB (F maxim 4,5 dB).

### 3.2.5. Recomandări practice pentru realizarea amplificatoarelor de antenă

Pentru realizarea unui amplificator de antenă nu este necesară numai schema sa electrică, un rol foarte mare jucindu-l și construcția fizică a montajului.

În special la frecvențele mari, în gama de UIF, elementele de acord sînt funcție de întreaga construcție mecanică a amplificatorului.

Toate schemele de amplificatoare de antenă date în lucrare au fost verificate pe construcții fizice realizate „în aer” — fără suport de cablaj imprimat — montaj ușor de realizat la nivel de amator.

În vederea păstrării reproductibilității performanțelor, autorul propune pentru realizare o carcasă metalică standard, la care etajele constructive sînt fixate pe pereții despărțitori ai incintelor. Carcasa (sau cutia) metalică este realizată din tablă cositorită groasă de 0,3...1 mm. Pentru exemplificare în fig. 3.38 se dau amănuntele constructive ale unui amplificator cu două etaje. În fig. 3.38a se dau dimensiunile carcasei amplificatorului iar în fig. 3.38b, dimensiunile pereților despărțitori pe care se montează cele două etaje amplificatoare. În desenul cutiei sînt reprezentați deja cei doi pereți despărțitori (fig. 3.38a) deși în realitate pentru ușurința montării, pereții se fixează în montaj abia după ce pe ei au fost deja conectate elementele de circuit ale celor două etaje amplificatoare.

Dimensiunile date în fig. 3.38 sînt pur orientative, ele reprezentînd (din experiența autorului) compromisul optim între comoditatea montării elementelor de circuit, independența reglajelor etajelor și miniaturizarea necesară pentru montarea și protejarea amplificatorului pe pilonul antenei.

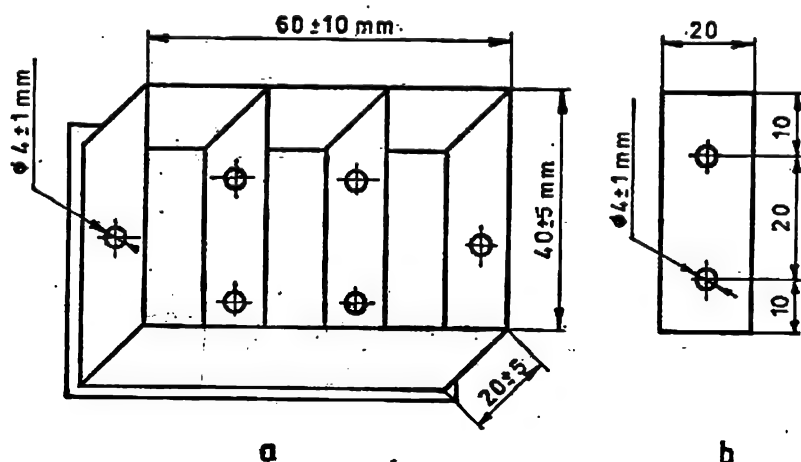


Fig. 3.38. Detalii constructive ale cutiei amplificatorului cu două etaje: a — carcasa exterioră; b — perete despărțitor.

Pe cei doi pereți vor fi montate elementele de circuit ale celor două etaje amplificatoare, după care ei vor fi montați în carcasă prin lipire la capete (eventual și un punct de masă pe fundul carcasei metalice).

În cazul unui amplificator cu mai mult de două etaje amplificatoare, carcasa metalică se va mări corespunzător iar numărul de pereți despărțitori va crește cu numărul de etaje amplificatoare suplimentare.

Contactele de intrare, respectiv ieșire ale amplificatorului vor fi realizate cu „trecuri din sticlă” sau în cel mai rău caz, „trecuri din plastic”, a căror capacitate conductor central — masă să fie inferioară a 1 pF.

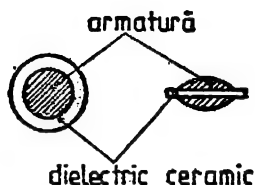


Fig. 3.39. Condensator ceramic disc fără terminale

Așa cum s-a subliniat în text, condensatoarele de decuplare (în special cele pentru gama de UIF) este recomandabil să fie de tip ceramic disc fără terminale. Prin aceasta se înțelege condensatorul cu dielectricul ceramic sub formă de disc ale cărui armături sînt depunerile laterale de formă circulară (eventual cositorite), ca în fig. 3.39.

Lipirea unui asemenea condensator pe peretele metalic se face în modul următor:

- se realizează pe peretele metalic o depunere de aliaj de lipit de mărimea aproximativă a condensatorului fără terminale, și groasă de 0,2...0,5 mm;

- se poziționează peste lipitura condensatorul fără terminale, peste armătura căruia s-a depus prin lipire un strat de 0,2...0,5 mm aliaj de lipit;

- cu un ciocan de lipit puternic 60...100 w se încălzește peretele metalic sub punctul de sudură pînă ce aliajul de lipit de pe perete și de pe armătura condensatorului se tolesc și fac masă comună;

- se îndepărtează ciocanul de lipit și se așteaptă cîteva secunde pînă ce aliajul unificat se întărește, în acel moment fiind asigurate fixarea mecanică a condensatorului pe peretele despărțitor, cit și contactul electric al condensatorului la masă.

Pentru o mai bună exemplificare în fig. 3.40 este reprezentată situația lipirii condensatorului la peretele despărțitor.

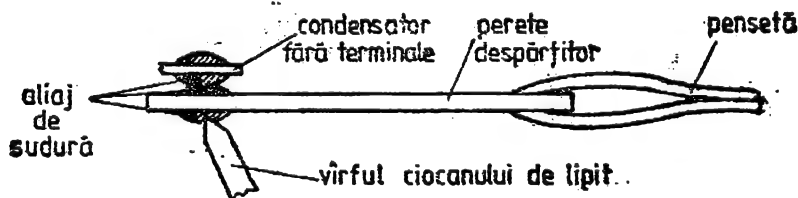


Fig. 3.40. Lipirea condensatorului fără terminale pe peretele metalic.

Se atrage atenția că pentru lipirea corectă este necesară o oarecare experiență în domeniu. Astfel, o lipire realizată cu un ciocan de lipit electric de putere prea mică nu asigură fluiditatea necesară a celor două mase de aliaj de sudură (de pe condensator, respectiv de pe perete) și în consecință contactul poate să nu fie realizat corect, de unde și o funcționare incorectă a montajului. De asemenea, o putere prea mare a ciocanului de lipit, respectiv o încălzire prea puternică a zonei poate duce la distrugerea armăturii metalice depuse pe condensator, sau chiar la crăparea discului ceramic ceea ce duce de asemenea la o funcționare necorespunzătoare a montajului.



Pentru a veni în ajutorul constructorilor amatori de amplificatoare, în continuare se vor da amănunțele constructive ale amplificatoarelor de canal și de bandă largă TV ale căror scheme electrice au fost date în acest capitol.

În fig. 3.41 sint date detaliile de montare pe peretele despărțitor ale componentelor electronice ale unui etaj amplificator realizat cu tranzistoare

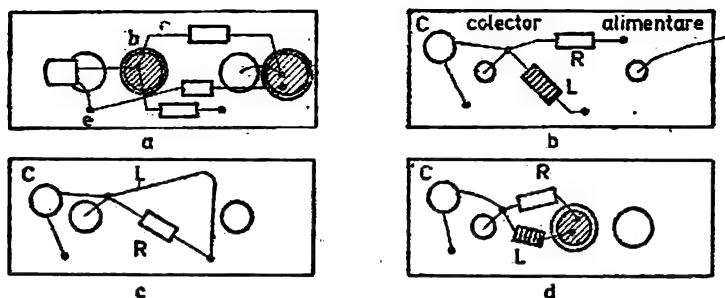


Fig. 3.41. Detaliu de montare pe peretele despărțitor a componentelor electronice ale amplificatoarelor de canal TV realizate cu tranzistoare de curent mic (fig. 3.20 și fig. 3.21): *a* — partea cu tranzistorul și circuitul de polarizare; *b* — partea cu circuitul de acord pentru canal FIF (fig. 3.20); *c* — partea cu circuitul de acord pentru canal UIF (fig. 3.22); *d* — partea cu circuitul de acord pentru canal FIF (fig. 3.21).

bipolare de curent mic (vezi paragraf 3.21, fig. 3.20 și fig. 3.21). Pe o parte a peretelui (fig. 3.41.a) sint montate cele două condensatoare fără terminale, de decuplare a bazei, respectiv de alimentare ( $C_4$ ,  $C_5$ , respectiv  $C_8$ ,  $C_9$  din fig. 3.20 și fig. 3.22). Ele constituie baza de fixare a elementelor de circuit: tranzistorul și cele trei rezistențe de polarizare (rezistența de emitor și divizorul din bază).

Terminalul colectorului este trecut în partea cealaltă a peretelui prin gaură. Pe cealaltă parte a peretelui fig. 3.41b și fig. 3.41c. se montează elementele de acord ale etajului amplificator.

În cazul amplificatorului de FIF (fig. 3.20) la terminalul colectorului se conectează bobina de acord  $L$ , condensatorul de acord  $C$  și rezistența de amortizare  $R$  ( $R_4$ ,  $C_8$ ,  $L_2$  sau  $R_8$ ,  $C_{10}$ ,  $L_4$  din fig. 3.20) ca în fig. 3.41b.

În cazul amplificatorului de UIF (schema din fig. 3.22), elementele de acord se montează ca în fig. 3.41c, în locul bobinei utilizându-se linia de acord  $L$ .

În cazul variantelor de alimentare din fig. 3.21 sau fig. 3.23 se fac modificările conform schemei electrice, în sensul că se modifică conform schemei atît partea cu tranzistorul și elementele de polarizare cit și partea cu elementele de acord. Pe această parte singura modificare constructivă este că bobina de acord  $L$  și rezistența de amortizare  $R$  (fig. 3.41b), respectiv linia de acord  $L$  și rezistența  $R$  (fig. 3.41c) nu mai sint cuplate direct la masă ci sint decuplate la masă printr-un condensator fără terminale ( $C_{12}$  sau  $C_{13}$  din fig. 3.21 sau fig. 3.23), ca în fig. 3.41d.

În cazul amplificatoarelor de canal realizate cu tranzistoare bipolare de curent mare (vezi paragraf 3.2.2.) construcția spațială se realizează asemănător cu cea a amplificatoarelor de canal cu tranzistoare bipolare de curent mic, cu specificul schemelor electrice corespunzătoare.

În fig. 3.42 sint date detaliile constructive ale montării componentelor electrice ale unui etaj al amplificatorului din schema din fig. 3.24 pe peretele despărțitor. În cazul variantei de alimentare corespunzătoare schemei din fig. 3.25 în afara modificărilor de polarizare corespunzătoare, pe partea cu elementele de acord, bobina  $L$  și rezistența de amortizare  $R$  nu vor mai fi

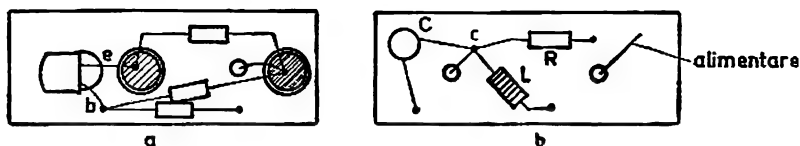


Fig. 3.42. Detaliu de montare pe peretele despărțitor a componentelor electronice ale amplificatoarelor de canal TV realizate cu tranzistoare de curent mare (fig. 3.24):  $a$  — partea cu tranzistorul și circuitul de polarizare;  $b$  — partea cu circuitul de acord pentru canal FIF (fig. 3.34).

conectate direct la masă ci printr-un condensator de decuplare fără terminale ca în fig. 3.41d. În cazul amplificatoarelor de canal UIF realizate cu tranzistoare de curent mare, structura constructivă se menține, în locul bobinelor  $L$  montindu-se de data aceasta liniile de acord (vezi schemele din fig. 3.26 și fig. 3.27).

Amplificatoarele care utilizează un etaj cu tranzistor MOS-FET se realizează în carcase asemănătoare celor utilizate la realizarea amplificatoarelor cu tranzistoare hipolare.

În fig. 3.43 și fig. 3.44 se dau detaliile constructive ale etajelor amplificatoare realizate cu tetrade MOS.

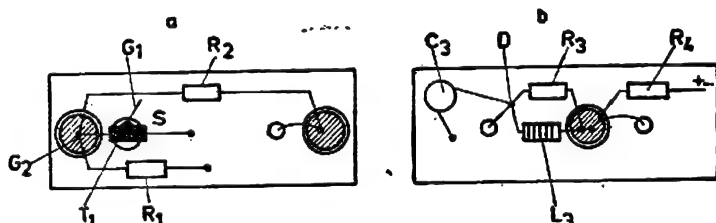


Fig. 3.43. Detaliu de montare pe peretele despărțitor a elementelor electrice de circuit ale amplificatorului de canal TV cu tetrodă MOS și circuitul de polarizare;  $b$  — partea cu circuitul de acord pe canal.

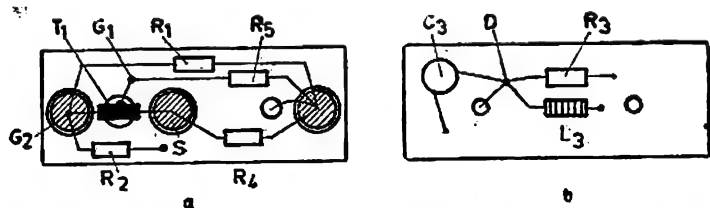


Fig. 3.44. Detaliu de montare pe peretele despărțitor a elementelor electrice de circuit ale amplificatorului de canal TV cu tetrodă MOS din schema din fig. 3.29:  $a$  — partea cu tetroda MOS și circuitul de polarizare;  $b$  — partea cu circuitul de acord pe canal.

În fig. 3.43 sint date detaliile constructive ale amplificatorului din fig. 3.28, iar în fig. 3.44 sint date detaliile de montare ale amplificatorului cu schema din fig. 3.29.

În cazul amplificatoarelor pentru gama de UIF, bobina de acord,  $L_s$ , din fig. 3.43b și fig. 3.44b este înlocuită prin linia de acord  $L_s$  din fig. 3.31, respectiv fig. 3.32.

Deoarece realizarea corectă a circuitului de intrare al amplificatorului cu tetrodă MOS condiționează obținerea unor performanțe corespunzătoare (în special factorul de zgomot) în fig. 3.45 se dă detaliul de montare a liniei de acord a circuitului de intrare pentru amplificatoarele de canal UIF. În figură se dă secțiunea prin carcasa amplificatorului, cu vedere spre borna de intrare (antena) a amplificatorului. În mod uzual linia  $L_1$  este realizată din terminalul condensatorului  $C_1$ .

Construcția amplificatoarelor de bandă largă este în general mai puțin pretențioasă decît construcția amplificatoarelor de canal. Întrucît tranzistoarele în acest caz lucrează pe impedințe mici de intrare și ieșire pericolul de oscilație este redus și în consecință montajul poate fi realizat și fără pereți despărțitori.

În fig. 3.46 se dă ca exemplu detaliul de montare a componentelor etajului amplificator din fig. 3.33.

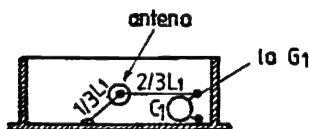


Fig. 3.45. Detaliu de montare a circuitului de intrare al amplificatorului de canal UIF cu tetrodă MOS.

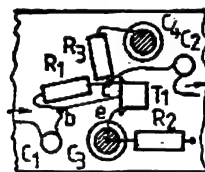


Fig. 3.46. Detaliu de montare a componentelor etajului amplificator din fig. 3.33.

Relativ la realizarea și punerea în funcțiune a amplificatoarelor de antenă, ca urmare a unei mai îndelungate practici, referitor la schemele recomandate în lucrare, autorul face următoarele recomandări:

— Întrucît zgomotul unui amplificator este stabilit practic de către primul etaj funcțional, acesta trebuie să fie realizat cu tranzistorul cu zgomotul cel mai mic, celelalte etaje nemaiavind efect asupra factorului de zgomot. De exemplu, un amplificator realizat cu două etaje amplificatoare care utilizează două tetrode MOS de zgomot foarte mic dă practic aceleași rezultate cu un amplificator realizat cu un tranzistor MOS de același tip în intrare și cu un tranzistor bipolar uzual în etajul al doilea.

— Toate rețelele de polarizare a tranzistoarelor recomandate în lucrare, pot fi și de alte valori decît cele indicate, cu condiția ca prin tranzistor să se asigure același regim de curent continuu. De exemplu, pentru tranzistoarele bipolare cu siliciu este necesar ca prin tranzistoarele de curent mic curentul să fie de 2...3 mA iar prin tranzistoarele de curent mare 4...10 mA, iar tensiunea pe joncțiunea colector-bază să aibă o valoare de minimum 6 V, necesară asigurării bunei funcționări a tranzistoarelor cu siliciu de acest tip.

— În cazul intrării în oscilație a unui etaj amplificator sau a întregului amplificator se preferă amortizarea etajului prin creșterea capacității de cuplaj cu etajul următor (pînă la dublarea valorii capacității recomandate

în lucrare). În cazul primului etaj al unui amplificator realizat cu tranzistoare bipolare se mărește și valoarea capacității de cuplaj cu antena a amplificatorului.

Dacă nici prin mărirea cuplajului oscilația n-a fost eliminată se micșorează valorile rezistențelor de amortizare a circuitelor acordate până la valori de 1 kohm.

De asemenea, oscilația unui etaj amplificator realizat cu tranzistoare bipolare mai poate fi eliminată prin montarea unui condensator de 2,2...12 pF între emitor și bază. La canalele mici FIF, condensatorul este de valoare mare (12 pF) valoarea sa scăzând până la 2,2 pF la canalele UIF.

Această ultimă soluție este evitată de obicei la primul etaj, deoarece duce la creșterea factorului de zgomot al amplificatorului.

— Tranzistoarele MOS-FET cu două porți (tetrodele MOS) de tipul celor recomandate în lucrare sînt protejate prin construcție la șocurile de tensiune, ele ne necesitînd practic măsuri de protecție speciale la manipulare, montare și exploatare. Totuși, procentul de căderi în timpul operațiilor de montare și reglare, cît și în timpul exploatării fac necesară luarea unor măsuri de protecție suplimentare ca de exemplu: împămîntarea ciocanului de lipit, utilizarea unor ciocane de lipit de putere relativ redusă (pentru a nu da naștere la șocuri termice mari), asigurarea împămîntării contactului de masă al carcasei metalice a amplificatorului — în exploatare, etc.

— Din practica utilizării tranzistoarelor MOS-FET rezultă că mai multe șocuri termice datorită lipirii și dezlipirii terminalelor duc la creșterea ireversibilă a zgomotului tranzistorului, deci la creșterea factorului de zgomot al amplificatorului. Din acest motiv, la realizarea amplificatoarelor de canal cu tetrade MOS, tranzistorul va fi ultimul element de circuit montat. De asemenea, se va evita pe cît posibil relipirile pe terminalele sale. În cazul că sînt totuși necesare intervenții cu ciocanul de lipit în zona unui terminal, se recomandă ca respectivul terminal să fie prins cu penseta între porțiunea pe care se face lipirea și capsulă, pentru ca șocul termic să nu se propage la structura semiconductoare, pentru a nu o degrada din punct de vedere al zgomotului.

— Bobinele utilizate în montajele prezentate în lucrare sînt în marea lor majoritate bobine pe aer, de formă cilindrică, realizate spiră lîngă spiră. Dacă se realizează manual, atunci apare o distanță între spire, ceea ce duce la reducerea inductanței lor. Din acest motiv cînd se lucrează cu bobine realizate manual, numărul de spire se majorează cu circa 10%... față de cel indicat în lucrare. În același timp trebuie atrasă atenția că la bobinarea manuală dornul va fi cu circa 0,2 mm mai subțire decît cel indicat (de exemplu 2,8 mm în loc de 3 mm).

— Reglarea amplificatorului constă în acordarea circuitelor rezonante pe frecvența canalului. Schema bloc de reglare a unui amplificator este dată în fig. 3.47.

Generatorul de semnal vobulat trebuie să asigure un semnal de minimum cîteva zeci de mV, suficient pentru ca, chiar în cazul amplificării unitare (zero decibeli) pe ecranul osciloscopului să se poată afișa o curbă de amplitudine convenabilă. Banda de frecvențe vobulată asigurată de generator trebuie să fie în general mai mare de 15 MHz (uzual 20 MHz) pentru a putea vizualiza și caracteristica de amplitudine în jurul canalului de acord.

În cazul în care generatorul de semnal vobulat nu cuprinde și un generator de marcheri, aceștia pot fi obținuți de la un generator de semnal standard,

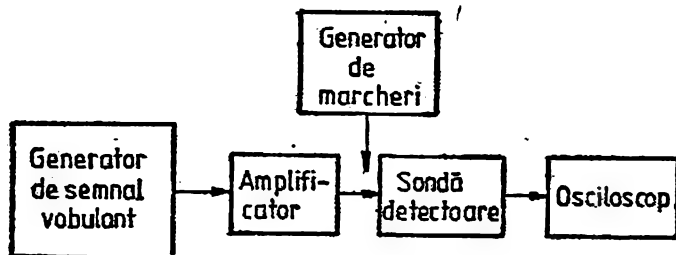


Fig. 3.47. Schema bloc a montajului de reglare a amplificatorului de antenă.

care poate asigura un semnal nemodulat de o frecvență foarte precisă (a uneia dintre purtătoarele canalului, sau preferabil a centrului canalului).

În acest caz, generatorul de markeri va fi cuplat slab cu montajul de măsură pentru a nu perturba funcționarea lui (printr-un condensator de valoare redusă 2...10 pF).

Pentru o reglare corectă se va ține seama de impedanța de intrare a sondei de detecție. Astfel, dacă impedanța sondei are valoare mare, se va monta fizic o rezistență de 75 ohmi în paralel cu intrarea sa pentru a reproduce situația reală de funcționare a amplificatorului care lucrează cu intrarea și ieșirea conectate la impedanțe mici (cablu coaxial cu  $Z_R = 75$  ohmi).

— Reglarea amplificatorului se face pe etaje, începând de la intrare spre ieșire (este posibilă și începerea reglării de la ultimul etaj spre intrarea de antenă), așa fel ca în final să se obțină o caracteristică amplitudine — frecvență care să se încadreze în gabaritul din fig. 3.48. Încadrarea în gabarit, indiferent de forma curbei, asigură acoperirea canalului dorit cu o denivelare de maximum 3dB. În funcție de cerințele impuse, caracteristica va fi mai îngustă sau mai largă având în vedere însă faptul că o caracteristică de frecvență mai îngustă asigură o selectivitate sporită a canalului, o amplificare mai mare a amplificatorului, însă și o stabilitate mai mică a montajului (montajul poate intra în oscilație mai ușor).

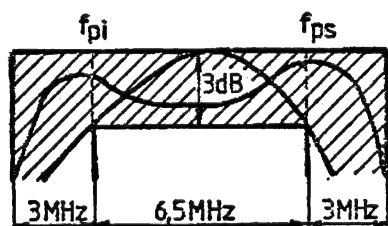


Fig. 3.48. Gabaritul caracteristicii amplitudine — frecvență a unui amplificator de canal TV.

— Reglarea amplificatorului se face prin îndepărtarea spirelor bobinelor, ceea ce duce la micșorarea inductanței bobinei de acord. Din acest motiv, în situația inițială, în mod curent un amplificator nereglat construit conform datelor din lucrare are circuitele rezonante acordate pe frecvențe mai mici decât cea a canalului pe care urmează să fie reglat.

— De multe ori, datorită lipsei aparaturii de reglare adecvate, reglarea se face cu metode improvizate, sau chiar direct pe imagine. Rezultatele în acest caz depind foarte mult de îndemnarea și experiența amatorului. În cazul unor amatori cu experiență mare, rezultatele obținute prin reglarea pe imagine sînt surprinzător de bune. Foarte des, organoleptic, pe imaginea recepțională nu pot fi făcute deosebiri între un amplificator reglat pe curbă și un amplificator reglat pe imagine.

### 3.3. Convertoare de canal TV

Adesea, în practica recepției TV, din diferite motive este necesară utilizarea unor convertoare de canal. Teoretic conversia este posibilă dintr-un canal de FIF într-un canal de UIF, dintr-un canal de UIF într-un canal de FIF, sau dintr-un canal într-altul din aceeași gamă de frecvențe.

Unui convertor de canal TV în afara funcției propriu-zise de conversie i se impun și alte câteva cerințe a căror satisfacere condiționează însăși funcționarea lui:

- poziția purtătoarelor canalului în care a fost convertit canalul inițial trebuie să fie identică cu cea a canalelor TV radiodifuzate în gama respectivă. Astfel spus, această condiție exclude utilizarea supradinei la conversie pentru canalele TV OIRT. În convertoare se utilizează numai montaje înfradină (în care frecvența oscilatorului local este mai mică decât cea a semnalului util). De asemenea se mai pot folosi montaje (la trecerea canal mic — canal mare) la care frecvența canalului rezultat se obține ca sumă a frecvenței canalului inițial și a frecvenței oscilatorului;

- un convertor nu trebuie să introducă în canalul rezultat componente spectrale noi față de semnalul inițial. Cu alte cuvinte, această condiție face conversia restrictivă, în sensul că nu oricare canal poate fi convertit în oricare alt canal. Sînt situații în care anumite conversii sînt imposibile, de exemplu atunci cînd frecvența oscilatorului sau o armonică a lui sînt în apropierea unuia dintre cele două canale (inițial sau convertit) sau cînd una dintre combinațiile liniare ale frecvențelor canalului convertit și a oscilatorului local (sau o armonică a sa) rezultă în apropierea frecvenței canalului inițial (v. A 10).

Deși convertorul de canal TV nu este o componentă tipică a instalației de recepție TV la mare distanță în cele ce urmează vor fi descrise câteva dintre convertoarele utilizate în instalațiile de recepție TV.

#### 3.3.1. Convertor de canal TV din gama UIF în gama de FIF

De obicei acesta este tipul de convertor cel mai des întîlnit în practica recepției TV în general și în cea a recepției TV la mare distanță în special.

Utilizarea convertorului UIF-FIF este impusă de diferite motive:

- obținerea unei atenuări mai mici pe cablul de coborîre cînd acesta este prea lung;

- separarea a două canale de UIF apropiate ca frecvență și recepționate cu instalații de antenă diferite. Pentru ca semnalele să poată fi transmise la receptor fără probleme, cel puțin unul dintre ele trebuie să fie convertit într-un canal din FIF;

- utilizarea unui receptor TV prevăzut numai cu selector de canale FIF.

În figura 3.49 este dată schema bloc cea mai complexă a unui convertor de canal UIF—FIF. Convertorul se compune dintr-un amplificator de canal UIF (1), un etaj de amestec (2), un oscilator local (3) și un amplificator de canal FIF (4). Pentru a păstra structura spectrului canalului convertit (canal FIF) asemănătoare cu cea a canalului FIF radiodifuzat (poziția în frecvență a celor două purtătoare) montajul este de tip înfradină ( $f_u - f_o = f_F$ , unde cu  $f_u$  s-a notat frecvența purtătoare a canalului de UIF, cu  $f_o$  — frecvența oscilatorului local și cu  $f_F$  — frecvența purtătoare a canalului de FIF).

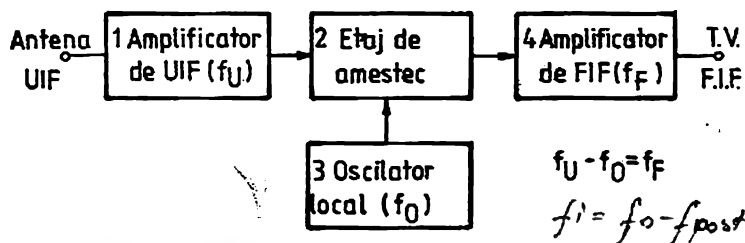


Fig. 3.49. Schema bloc a convertorului UIF—FIF.

În practica amatorilor circulă foarte multe scheme de convertoare de canale UIF — FIF, dintre care unele sînt realizate cu scheme mult mai simplificate. Astfel se întîlnesc convertoare fără etaj amplificator de UIF, fără etaj amplificator de FIF, sau convertoare la care funcțiile de oscilator și etaj de amestec sînt îndeplinite de un singur etaj funcțional numit etaj de amestec autooscilant.

Din punct de vedere al convertorului propriu-zis este mai puțin importantă existența etajului amplificator de FIF de la ieșire care asigură o amplificare globală mai mare sau mai mică.

Etajele tipice ale convertorului de canale sînt etajul de amestec și etajul oscilator. Din experiența autorului reiese că rezultatele cele mai bune din punct de vedere al performanțelor se obțin cu convertoare de canal cu oscilator local și etaj de amestec separate. De asemenea, este necesară folosirea unui etaj amplificator de UIF care în afara amplificării propriu-zise mai are și funcția de a separa intrarea de antenă de etajul de amestec.

Așa cum s-a subliniat mai sus, există un foarte mare număr de scheme de convertoare de canale care diferă între ele fie prin însăși schema bloc, fie prin schemele electrice impuse în special de componentele active folosite (tranzistoarele).

În cele ce urmează se dau cîteva scheme electrice de convertoare de canale UIF — FIF uzuale ale căror performanțe le recomandă pentru utilizarea în instalațiile de recepție la mare distanță.

În fig. 3.50 este dată schema electrică a unui convertor de canal TV UIF — FIF alimentat cu tensiune pozitivă (minusul la masă) care utilizează în oscilator un tranzistor PNP și în etajul de amestec un tranzistor NPN. Partea de amplificator de UIF este cunoscută, fiind identică cu primul etaj al schemei de amplificator din fig. 3.22.

Uzual, acest convertor se realizează utilizînd în etajul de amestec, un tranzistor ( $T_2$ ) de tipul BF 199 sau BFY 90; iar în etajul oscilator ( $T_1$ ) un tranzistor de tipul BF 316, BF 272, sau chiar BF 506.

Polarizarea tranzistoarelor trebuie să asigure prin tranzistorul oscilator un curent de 2 ... 3 mA iar prin tranzistorul etajului de amestec un curent de 4 ... 6 mA.

În aceste condiții, valorile elementelor de polarizare a tranzistoarelor pot avea următoarele valori:

- $R_1, R_7$  4,7 kohmi  $\pm 10\%$ ;
- $R_2, R_5$  — 1 kohm  $\pm 10\%$ ;
- $R_3$  — 150 ohmi  $\pm 10\%$ ;
- $R_4$  — rezistență de amortizare a circuitului acordat de FIF, 1 ... 3,3 Kohmi, valoarea fiind stabilită în momentul reglării convertorului;
- $R_6$  — 10 kohmi  $\pm 10\%$ .

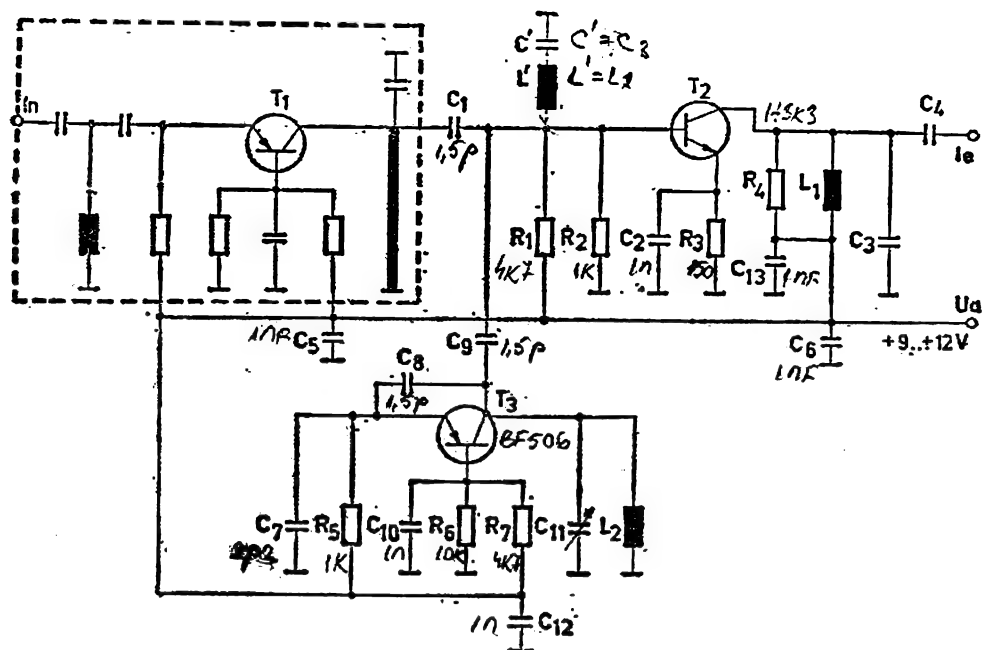


Fig. 3.50. Schema electrică a unui convertor de canal UIF-FIF, cu tranzistor PNP în oscilator și tranzistor NPN în etajul de amestec, alimentat cu tensiune pozitivă.

Toate rezistențele sînt chimice de 0,25 w.

—  $C_2$ ,  $C_8$ ,  $C_{13}$ ,  $C_{10}$  și  $C_{12}$  sînt condensatoare ceramice disc (preferabil fără terminale) de 470 pF ... 4,7 nF.

Elementele de acord din ieșirea etajului de amestec  $L_1$ ,  $C_3$  și  $C_4$  sînt funcție de canalul FIF în care se face conversia. Valorile lor sînt aceleași ca cele ale elementelor corespunzătoare ale amplificatorului din fig. 3.25 (al doilea etaj amplificator).

Elementele de circuit funcție de frecvență ale oscilatorului sînt date în tabelul 3.20.

Tabelul 3.20.

$f_0$ (MHz)	$C_1$ (pF)	$C_7$ (pF)	$C_9$ (pF)	$C_6$ (pF)	$C_{11}$ (pF)	$L_2$ (număr spire)
250...300	1,5	2,2	1,5	1,5	3,3	6
300...350	1,5	2,2	1,5	1,5	2,2	5
350...400	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	4
400...450	1...1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	3
450...500	1...1,5	1,5	1	1	1,5	2,5
500...550	1...1,5	1	1	1	1	2

Gamele de frecvențe ale oscilatorului au fost alese în așa fel ca să acopere toate trecerile de canal UIF (21 ... 40) în oricare canal FIF (1 ... 12) și conversia canalelor UIF 40 ... 60 în banda 3 FIF (6... 12), conform formulei de infradină:  $f_o = f_u - f_F$ .



Condensatoarele din tabel sînt ceramice disc (sau ceramice tubulare) iar bobinele sînt de tip cilindric, pe aer, realizate din cupru termoplast sau poliuretan  $\varnothing$  0,5 mm bobinate spiră lîngă spiră pe dorn  $\varnothing$  3.

În fig. 3.41 este dată schema electrică a unui convertor UIF — FIF asemănător cu cel din fig. 3.50, însă alimentat cu tensiune negativă (plusul la masă).

În cazul că la realizarea sa se utilizează aceleași tipuri de tranzistoare (sau echivalente), adică  $T_2$  de tip BF 199 sau BFY 90 iar  $T_3$  de tip BF 316, BF 272 sau BF 506, valorile elementelor din schema din fig. 3.51 sînt aceleași cu cele ale elementelor de circuit din schema din fig. 3.50.

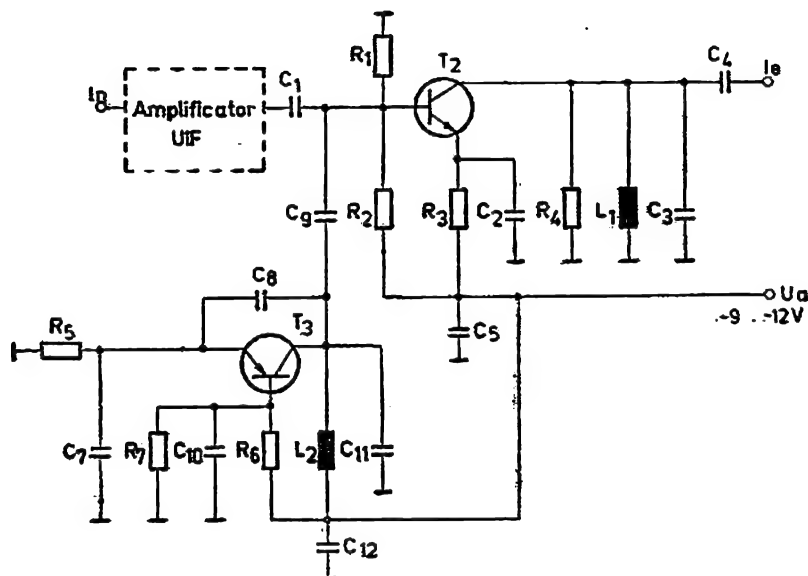


Fig. 3.51. Schema electrică a unui convertor de canal UIF—FIF cu tranzistor PNP în oscilator și tranzistor NPN în etajul de amestec, alimentat cu tensiune negativă.

În fig. 3.52 este dată schema electrică a unui convertor de canal UIF — FIF realizat cu tranzistoare NPN. Polarizarea celor două tranzistoare este în funcție de tipul lor. Utilizînd tranzistoare de tip BF 199, polarizarea lor se face la fel ca și în cazul schemelor precedente (din fig. 3.50 sau 3.51) în așa fel ca prin  $T_2$  să se asigure un curent de cca 5mA iar prin  $T_3$  un curent de 2 ... 3 mA.

Elementele de acord ale oscilatorului au valorile din tabelul 3.20. De menționat că în oscilator pot fi folosite și alte tipuri de tranzistoare de curent mic și înaltă frecvență, de exemplu BF 180, BF 181, BF 183, BF 184, BF 212, BF 213 sau echivalente.

În fig. 3.53 este dată schema electrică a unui convertor realizat cu două tranzistoare bipolare PNP de curent mic, de tipul BF 272, BF 316 sau echivalente. În cele două tranzistoare trebuie asigurați curenți de colector de 2 ... 3 mA. Pentru aceasta polarizarea lor se face ca polarizarea tranzistorului  $T_3$  din fig. 3.50. Valorile elementelor de acord ale oscilatorului sînt date în tabelul 3.20.

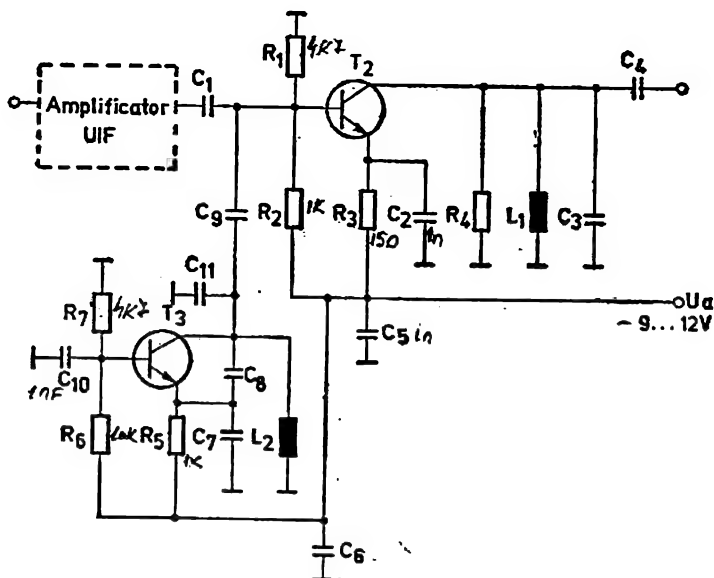


Fig. 3.52. Schema electrică a unui convertor de canal UIF-FIF realizat cu două tranzistoare NPN.

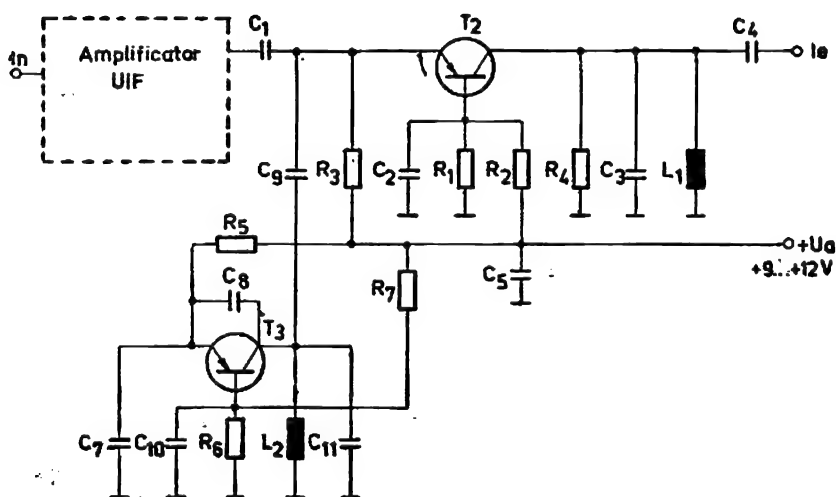


Fig. 3.53. Schema electrică a unui convertor de canal UIF-FIF realizat cu două tranzistoare PNP.

Autorul recomandă pe cât posibil utilizarea de convertoare de canal UIF — FIF de tipul celor din fig. 3.50 sau fig. 3.51, ale căror rezultate practice sînt în general superioare celorlalte variante atît prin performanțele propriu-zise cît și din punct de vedere al comportamentului la nivele diferite de semnal (au comportare foarte bună atît la semnal mic cît și la semnal mare).

Referitor la punerea în funcțiune și reglarea unui convertor se recomandă următoarele etape:

— se controlează regimul de curent continuu al celor trei etaje funcționale. Tranzistoarele bipolare de curent mic necesită 2 ... 3 mA iar cele de curent mare 4 ... 6 mA;

— se reglează amplificatorul de ieșire. Semnalul vobulat se aplică la intrarea etajului de amestec printr-un condensator de valoare mică (3,3 ... 12 pF — funcție de canalul FIF în care se face conversia). Sonda de detecție se cuplează la ieșirea convertorului. Se reglează caracteristica amplitudine-frecvență conform indicațiilor de la paragraful 3.2.5. În timpul reglării se dezlipesc condensatoarele de cuplaj cu amplificatorul de UIF și cu oscilatorul (este chiar recomandabil ca oscilatorul local să fie scos din funcțiune, de exemplu prin întreruperea alimentării);

— se reglează amplificatorul de UIF ca la paragraful 3.2.5. semnalul culegându-se printr-un condensator de valoare mică (eventual chiar  $C_1$  din fig. 3.50). Acest reglaj se face tot cu oscilatorul decuplat;

— se reglează frecvența oscilatorului local la valoarea egală cu diferența celor două frecvențe purtătoare (a canalului UIF, respectiv a canalului FIF);

— se vizualizează caracteristica globală intrare-ieșire. Curba trebuie să aibă alura din fig. 3.54.

Pentru a fi siguri de corectitudinea acordului pe canal, la intrarea sondei se injectează un semnal de radiofrecvență nemodulat de frecvență egală cu frecvența centrală a canalului FIF. Frecvența oscilatorului trebuie ajustată pînă ce marcherul obținut prin această metodă ajunge la jumătatea distanței dintre cele două purtătoare ale canalului UIF.

Se reajustează acordul amplificatorului de UIF și elementele de acord de FIF pînă ce curba va avea o alură simetrică, cu o cădere de maximum 3 dB a purtătoarelor față de maximumul din bandă. Lățimea de bandă a caracteristicii poate fi mărită prin mișcarea valorii rezistenței de amortizare a circuitului acordat de FIF ( $R_4$  din fig. 3.50), spre valoarea minimă recomandată, de 1 kohm.

Corectitudinea acordului (poziția corectă a purtătoarelor) deci funcționarea ca infradină a montajului poate fi verificată și prin schimbarea acordului generatorului de marcher suplimentar. Atunci cînd frecvența sa devine egală cu a purtătoarei de imagine FIF, el trebuie să se suprapună pe curbă peste punctul corespunzător frecvenței imagine a canalului UIF. Cînd se acordă pe frecvența purtătoare de sunet a canalului FIF, el trebuie să se suprapună peste purtătoarea de sunet a canalului FIF. Altfel spus, la un vobulator uzual cu vobulare stînga-dreapta, la creșterea frecvenței generatorului de marcheri, deplasarea marcherului se face stînga-dreapta (spre deosebire de supradină la care deplasarea este inversă).

În cazul în care regimul oscilatorului nu este optim, apărînd oscilații multiple (moar pe imagine sau chiar blocarea receptorului TV) se mărește capacitatea condensatorului emitor-masă ( $C_7$  din fig. 3.50) pînă la valori de ordinul a 5,6 ... 10 pF și (sau) eventual se micșorează curentul de lucru al oscilatorului prin mărirea rezistenței de emitor pînă la 100%.

Referitor la construcția fizică a convertoarelor rămîn valabile recomandările de la paragraful 3.2.5., cu mențiunea că partea de oscilator neîntîlnită la acel paragraf poate fi construită tot spațial (aerian) utilizînd ca bază de

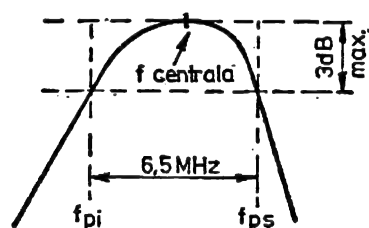


Fig. 3.54. Caracteristica amplitudine - frecvență globală a convertorului UIF-FIF.

montaj condensatoarele ceramice fără terminale, folosite pentru decuplarea bazei, respective a tensiunii de alimentare.

Tot o măsură care se ia pentru îmbunătățirea performanțelor convertoarelor este montarea în intrarea etajului de amestec a unui circuit serie  $L, C$  acordat pe frecvența canalului FIF (de ieșire). Circuitul este reprezentat cu linie punctată în schema din fig. 3.50 ( $L'C'$ ) și este montat între baza lui  $T_2$  (intrarea etajului de amestec) și masă. Orientativ, cele două elemente de circuit sînt asemănătoare cu cele ale circuitului acordat din sarcina etajului ( $L' = L_1$  și  $C' = C_2$ ).

Prin introducerea acestui circuit se separă intrarea de ieșirea montajului în gama de frecvențe a canalului de ieșire, ceea ce poate avea două efecte importante:

- se elimină posibilitatea de intrare în oscilații a montajului, pe frecvența canalului de ieșire;
- crește amplificarea etajului de amestec cu pînă la 10 dB.

### 3.3.2. Convertor de canal TV FIF — UIF

Acest tip de convertor care translatează un canal din FIF într-un canal din UIF este mai rar utilizat. Necesitatea folosirii lui apare în cazul în care numărul canalelor recepționate în FIF este mare și (sau) se recepționează canale apropiate (adiacente sau la un canal diferență) cu antene diferite. Pentru a putea fi însumate aceste canale se utilizează convertoare FIF — UIF, prin care unul dintre canalele FIF este convertit într-unul dintre canalele UIF pe care nu se recepționează semnal TV și în apropierea căruia (în frecvență) de asemenea nu există transmisii de TV.

Schema bloc a unui asemenea convertor este dată în fig. 3.55. În principiu funcționarea este asemănătoare cu cea a convertorului UIF — FIF. Semnalul de FIF este amplificat de un amplificator de canal FIF (1) și aplicat etajului de amestec (2), împreună cu semnalul de la oscilatorul local (3). Semnalul de UIF rezultat ca bătaie între semnalul FIF și cel al oscilatorului este selectat și aplicat amplificatorului de UIF (4). Relația dintre cele trei frecvențe  $f_U$  (frecvența purtătoare imagine a canalului UIF),  $f_o$  frecvența oscilatorului și  $f_F$  (frecvența purtătoare a canalului FIF) este:  $f_U = f_o + f_F$ .

În practică, în funcție de cerințele impuse, pot apare tot felul de simplificări ale schemei. De exemplu, se elimină amplificatorul de FIF, în locul său utilizîndu-se un simplu circuit de selectivitate, sau se elimină amplificatorul de UIF (selectivitatea în UIF obținîndu-se numai cu ajutorul circuitului din sarcina etajului de amestec) acordat pe canalul UIF în care se face conversia.

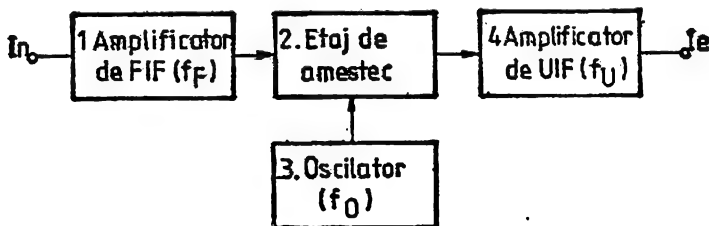


Fig. 3.55. Schema bloc a convertorului de canal FIF—UIF.

Stabilirea schemei electrice a unui astfel de convertor este relativ simplă.

— Amplificatorul de FIF poate fi realizat ca oricare dintre etajele de intrare ale amplificatorului FIF de la subcapitolul 3.2.

— Amplificatorul de UIF poate fi realizat ca oricare dintre etajele amplificatoare UIF de la același subcapitol.

— Oscilatorul poate fi realizat exact ca cel de la paragraful precedent (3.3.1) corespunzător gamei respective de frecvențe.

Pentru exemplificare în fig. 3.56 se dă schema electrică (cu valori) a unui convertor uzual din canalul 4OIRT în canalul 22 OIRT.

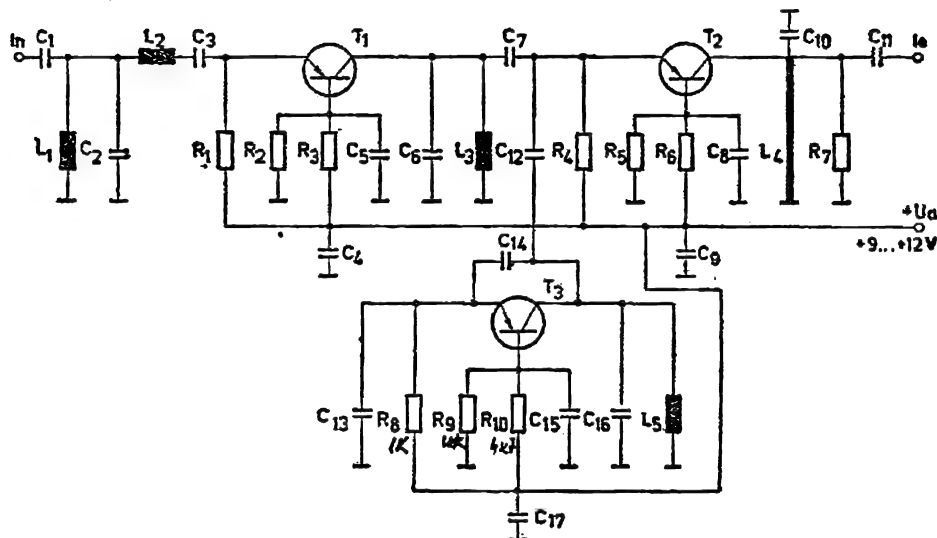


Fig. 3.56. Schema electrică a convertorului canal 4 OIRT în canal 22 OIRT.

În cazul utilizării unor tranzistoare PNP uzuale de curent mic de tip B 272, BF 316 sau echivalente, componentele utilizate sînt:

- $R_1, R_4, R_8 - 1 \text{ Kohm} \pm 10\%$ ;
- $R_2, R_5, R_9 - 10 \text{ Kohmi} \pm 10\%$ ;
- $R_3, R_6, R_{10} - 4,7 \text{ Kohmi} \pm 10\%$ ;
- $R_7 - 1 \dots 4,7 \text{ Kohmi}$  valoarea sa se stabilește la reglarea convertorului.

Toate rezistențele sînt chimice 0,25 W.

- $C_1 - 6,8 \text{ pF} \pm 0,25 \text{ pF}$ ;
- $C_2 - 18 \text{ pF} \pm 10\%$ ;
- $C_3, C_4, C_5, C_8, C_9, C_{12}, C_{17} - 470 \text{ pF} \dots 4,7 \text{ nF}$ ;
- $C_6 - 12 \text{ pF} \pm 10\%$ ;
- $C_{10} - 3,3 \text{ pF} \pm 0,25 \text{ pF}$ ;
- $C_{13} - 1 \text{ pF} \pm 0,25 \text{ pF}$ ;
- $C_{11}, C_{14}, C_{15}, C_{16} - 1,5 \text{ pF} \pm 0,25 \text{ pF}$ ;

Toate condensatoarele sînt ceramice disc.

- $L_1 - 15 \text{ spire}$ ;
- $L_2 - 20 \text{ spire}$ ;
- $L_3 - 16 \text{ spire}$ ;
- $L_4 - \text{linie de cca } 35 \text{ mm lungime}$ ;
- $L_5 - 4 \text{ spire}$ .

Toate bobinele sînt realizate „pe aer“ din cupru termoplast (sau poliuretan)  $\varnothing$  0,5 mm bobinate „spiră lingă spiră“ pe dorn  $\varnothing$  3.

Realizarea practică a unui asemenea convertor poate fi făcută tot spațial, cu componentele montate „în aer“ folosind drept suporti condensatoarele ceramice disc fără terminale, lipite direct pe carcasa metalică, conform indicațiilor de la 3.2.5.

Cu un asemenea convertor se pot obține amplificări de ordinul a 6 ... 10 dB și un factor de zgomot de ordinul a 6 dB.

Întrucît restul convertoarelor utilizate în instalațiile de recepție TV nu sînt tipice recepției la mare distanță nu se va mai insista asupra lor, în literatura de specialitate existînd documentații de realizare.

### 3.4. Filtre de selectivitate

În practica recepției TV la mare distanță filtrele de selectivitate au o importanță deosebită, cu ele putîndu-se realiza o serie de prelucrări ale semnalelor TV ca de exemplu separări și însumări de semnale TV.

Filtrele de selectivitate sînt de trei tipuri: „trece jos“, „trece sus“ și „trece bandă“. Fiecare dintre ele pot fi realizate în mai multe variante dintre care cele mai des folosite sînt date mai jos.

#### 3.4.1. Filtre „trece jos“

Caracteristica amplitudine — frecvență a unui filtru „trece jos“ este dată în fig. 3.57. Față de caracteristica ideală (linie punctată), caracteristica reală (linie continuă) are frontul de selectivitate mult mai lent. Cele mai sim-

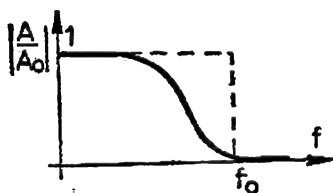


Fig. 3.57. Caracteristica amplitudine — frecvență a filtrului „trece jos“: — linie punctată — caracteristica ideală; — linie continuă — caracteristica reală.

ple filtre „trece jos“, numite  $k$  — constant sînt realizate în două configurații: „ $\pi$ “ sau „ $T$ “ cu schemele date în fig. 3.58.  $a$  și  $b$ .

Formulele de calcul ale elementelor filtrelor cu notațiile din figură sînt:

$$L = \frac{R_0}{\pi f_0}; C = \frac{1}{\pi f_0 R_0}; \text{ unde cu } R_0 \text{ s-a notat valoarea rezistenței de intrare, respectiv de ieșire a filtrului (75 ohmi pentru instalațiile de recepție uzuale), iar cu } f_0 \text{ frecvența de tăiere a filtrului. Valoarea inductanței este dată în Hen-}$$

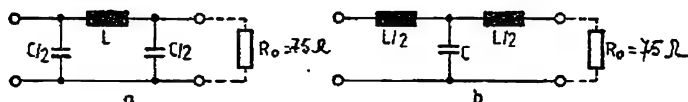


Fig. 3.58. Filtre „trece jos“ de tip K — constant:  
 $a$  — filtrul „ $\pi$ “;  $b$  — filtrul „ $T$ “.

ri, valoarea capacității în Farazi, valoarea rezistenței în Ohmi iar valoarea frecvenței în Hertzi.

Printr-un calcul simplu rezultă valorile elementelor de circuit ale filtrelor tipice „trece jos” pentru benzile de televiziune 1,2 și 3 FIF. Rezultatele sînt date în tabelul 3.21.

**Tabelul 3.21. Valorile elementelor de circuit ale filtrelor „trece jos”**

Componentă $f_0$	$L$ ( $\mu H$ )	$C$ (pF)
68 MHz (Banda 1 TV)	0,35	68
100 MHz (Benzile 1 și 2 TV)	0,24	42
230 MHz (gama de FIF)	0,1	18

Pentru realizarea fizică a bobinelor se folosesc fig. A3 sau fig. A4 în care se dau datele constructive ale bobinelor pe aer spiră lângă spiră în funcție de inductanță (valabile pentru inductanțe mici, sub 1  $\mu H$ ).

Pur informativ trebuie menționat că în cazul în care în banda de frecvențe superioară frecvenței de tăiere sînt necesare rejecții mai mari se pot folosi filtre de tip „m” dificil de realizat însă în gamele FIF și UIF și cu atenționări mici la frecvențe foarte mari. Din aceste motive practic filtrele „m” nu sînt utilizate în instalațiile de recepție la mare distanță.

### 3.4.2. Filtru „trece sus”.

Caracteristica amplitudine — frecvență a unui filtru „trece sus” este dată în fig. 3.59. Ca și la filtrele „trece jos” caracteristica reală (linie continuă) are un front mult mai lent de tăiere față de caracteristica ideală (linie punctată).

Cele mai simple filtre „trece sus” sînt de tip „k” — constant și sînt realizate în două configurații: „ $\pi$ ” — fig. 3.60. a și „T” — fig. 3.60. b.

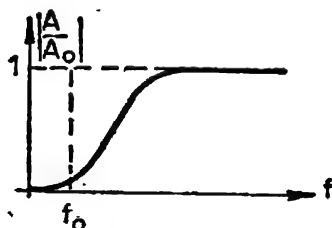


Fig. 3.59. Caracteristica amplitudine — frecvență a filtrului „trece sus”: — linie punctată — caracteristica ideală; — linie continuă — caracteristica reală.

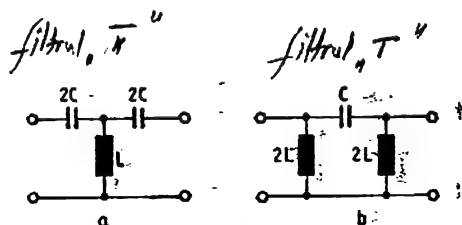


Fig. 3.60. Filtre „trece sus” de tip K — constant: a — filtrul „ $\pi$ ”; b — filtrul „T”.

Formulele de calcul pentru elementele de circuit ale filtrelor sint:

$L = \frac{R}{4\pi f_0}$ ;  $C = \frac{1}{4\pi f_0 R}$ , unde  $f_0$  este frecvența de tăiere a filtrului iar  $R$  impedanța sa de intrare (respectiv ieșire) de 75 ohmi în cazul nostru.

Pentru cazurile uzuale de filtre „trece sus” pentru benzile TV, valorile elementelor sint date în tabelul 3.22.

Tabelul 3.22. Valorile elementelor de circuit ale filtrului „trece sus”

Component $f_0$	$L$ (uH)	$C$ (pF)
68 MHz (trece B2, B3 și UIF)	0,088	15
100 MHz (trece B3 și UIF)	0,059	10
300...400 MHz (trece UIF)	0,015...0,020	2,5...3,3

Pentru realizarea bobinelor de valorile indicate se pot folosi datele constructive din fig. A3, sau fig. A4.

Ca și în cazul filtrelor „trece jos” trebuie menționat că în instalațiile de recepție TV în general și în cele de recepție la mare distanță în special nu sint folosite decît filtre „trece sus” de tip „K constant” (filtrele de tip „m” nedînd rezultate practice multumitoare), eventual se utilizează mai multe celule tip „K” constant în cascadă.

### 3.4.3. Filtre trece bandă

Caracteristica amplitudine — frecvență a unui filtru trece bandă este dată în fig. 3.61. Cu linie punctată este reprezentată caracteristica ideală, iar cu linie continuă caracteristica reală. Filtrele „trece bandă” pot fi realizate în mai multe variante. În fig. 3.62 sint date schemele electrice ale filtrelor „trece bandă” cel mai des utilizate în tehnica recepției TV la mare distanță. La fiecare tip de filtru în parte sint date formulele de calcul ale elementelor de circuit. În cazul în care  $f_2$  și  $f_1$  au valori apropiate și mult mai mari decît diferența lor (banda de trecere); situație uzuală în cazul instalațiilor de

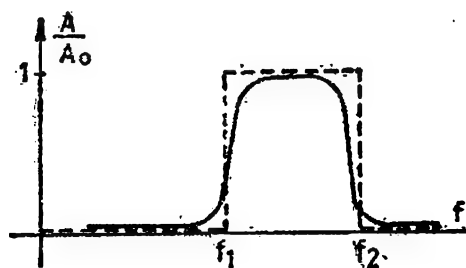


Fig. 3.61. Caracteristica amplitudinea — frecvență a filtrului „trece bandă”: — punctată — caracteristica ideală; — linie continuă — caracteristica reală.



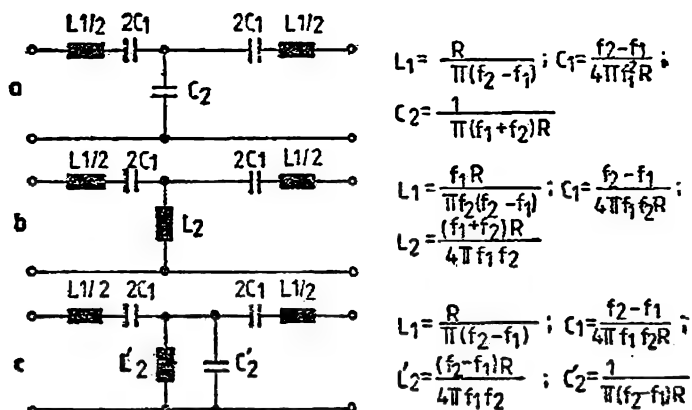


Fig. 3.62. Filtre „trece bandă”: *a* — filtru „T” cuplat capacitiv; *b* — filtru „T” cuplat inductiv; *c* — filtru „T” tip „K” — constant.

recepție TV, valorile elementelor de circuit ale celor trei filtre din fig. 3.62 se calculează cu aceleași formule:

$$L_1 = \frac{R}{\pi(f_2 - f_1)}; C_1 = \frac{f_2 - f_1}{4\pi f_0^2 R}; C_2 = \frac{1}{2\pi f_0 R}; L_2 = \frac{R}{2\pi f_0}; L'_2 = \frac{R(f_2 - f_1)}{4\pi f_0^3};$$

$$C'_2 = \frac{1}{\pi(f_2 - f_1)R}, \text{ unde } f_1 \text{ și } f_2 \text{ sînt frecvențele limită ale benzii de trecere, } f_0$$

este frecvența centrală a gamei iar  $R$  este valoarea rezistenței de intrare, respectiv ieșire a filtrului (75 ohmi în cazul instalațiilor de recepție TV). Erorile valorilor obținute astfel se încadrează într-o toleranță de  $\pm 10\%$  față de valorile corecte de calcul. Plecînd de la aceste formule, valorile elementelor filtrelor „trece bandă” din fig. 3.62 corespunzătoare celor 12 canale FIF—OIRT sînt date în tabelul 3.23.

Tabelul 3.23. Valorile elementelor de circuit ale filtrelor „trece bandă” din fig. 3.62

Canal	1	2	3	4	5	6	8	7	9	10	11	12
$L_1(\mu H)$	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
$C_1(pF)$	2,5	1,8	1	1	0,76	0,25	0,23	0,21	0,19	0,18	0,17	0,16
$C_2(pF)$	37	31	25	22	20	12	11	10	10	9,5	9	9
$L_2(\mu H)$	0,226	0,190	0,150	0,140	0,125	0,067	0,065	0,062	0,059	0,057	0,055	0,053
$C'_2(pF)$	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530
$L'_2(\mu H)$	0,017	0,012	0,0075	0,006	0,0052	0,0015	0,0013	0,0012	0,0011	0,001	0,001	0,00093

Din valorile elementelor din tabel se remarcă faptul că filtre „trece bandă” de canal TV sînt greu de realizat deoarece rezultă bobine mari ( $1...3\mu H$ ) și

condensatoare de valori foarte mici (zecimi de pF). Din acest motiv în practică se utilizează filtre de bandă mai largă la care valorile lui  $L_1$  și  $C_2$  scad cu raportul benzilor de trecere iar  $C_1$  și  $L_2$  cresc în același raport.

De exemplu, valorile elementelor de circuit ale unui filtru „T” cuplat capacitiv (fig. 3.62. a) pentru canalul 11 OIRT, cu lățime de bandă de 8 MHz sînt  $L_1 = 3\mu\text{H}$ ;  $C_1 = 0,17\text{ pF}$ ;  $C_2 = 9\text{ pF}$ ; Deoarece valoarea inductanței este prea mare și a capacității  $C_1$  prea mică, (inexistentă în gama uzuală de fabricație), realizarea lor la nivel de amatori este mai dificilă. Dacă se acceptă ca filtrul să aibă o bandă mai mare, de exemplu de 4 ori mai mare (32 MHz), atunci  $L_1 = 0,75\mu\text{ H}$ ;  $C_1 \approx 0,7\text{ pF}$ , iar  $C_2 = 9\text{ pF}$ , ceea ce înseamnă că se poate utiliza la realizare două bobine a câte 25 spire din cupru ( $\varnothing$  0,5 mm, dorn  $\varnothing$  3, două condensatoare de 1,5 pF și un condensator de 9,2 sau 10 pF.

Deoarece filtrul „trece bandă” în configurație „T”, cuplat capacitiv, este cel mai des utilizat în instalațiile de recepție TV datorită construcției sale relativ mai simple decît a celorlalte tipuri de filtre, în tabelul 3.24 sînt date valorile elementelor sale verificate în montaje practice. Valorile din tabel sînt destul de apropiate de valorile obținute prin calcul (tabelul 3.23).

**Tabelul 3.24.** Valorile elementelor de circuit ale filtrului „trece bandă” — „T” cuplat capacitiv (fig. 3.62a) pentru canalele FIF

Canal TV	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Componentă												
$2C_1$ (pF)	8,2	5,6	3,9	2,7	2,2	1,8	1,8	1,5	1,5	1,5	1	1
$C_2$ (pF)	47	39	39	33	33	18	18	15	15	12	10	10
$L_{1/2}$ (spire)	17	17	15	15	15	26	26	25	23	23	22	22
Bobine „pe aer” spiră lîngă spiră bobinate pe dorn $\varnothing$ 8 mm din conductor din cupru izolat						Bobine „pe aer” spiră lîngă spiră bobinate pe dorn $\varnothing$ 3 mm din con- ductor din cupru izolat $\varnothing$ 0,5 mm.						

Banda de frecvențe a filtrelor „trece bandă” realizate cu elementele din tabelul 3.24 (fig.3.62. a) este cuprinsă între 16 și 25 MHz. Cu ele se pot obține separări bune între semnalele canalelor cu frecvențe diferite cu mai mult de 16 MHz (2 canale).

### 3.5. Circuite de însumare și distribuire a semnalelor

De foarte multe ori în instalațiile de recepție TV și în special în cele destinate recepției la mare distanță este necesară utilizarea unor circuite speciale de însumare a semnalelor de frecvențe diferite. De menționat că aceste circuite de cele mai multe ori pot fi folosite și în sens invers, ca circuite de distribuire a semnalelor (funcție de banda lor de frecvență).

Circuitele de însumare fac posibilă de exemplu, folosirea unui singur cablu de coborîre pentru mai multe instalații de antenă, sau folosirea unui singur amplificator de bandă largă pentru mai multe antene de recepție etc.

Majoritatea circuitelor de însumare sînt realizate cu combinații de filtre „trece sus”, „trece jos” și filtre „trece bandă” de tipul celor descrise la subca-

pitoul 3.4. În funcție de frecvențele semnalelor care urmează a fi însumate se pot face combinațiile corespunzătoare de filtre. De asemenea, se pot utiliza dispozitive de însumare (și distribuire) rezistive etc.

În cele ce urmează vor fi analizate câteva dintre cele mai uzuale circuite de însumare (și distribuire) a semnalelor dintr-o instalație de recepție TV la mare distanță.

### 3.5.1. Circuite de însumare a semnalelor de la ieșirea amplificatoarelor de antenă

De multe ori amplificatoarele de antenă sînt montate grupat și se dorește ca semnalele de la ieșirea lor să fie însumate local, pentru a se utiliza un singur cablu de coborîre. În acest caz, filtrul de ieșire al amplificatorului trebuie modificat față de tipurile indicate la subcapitolul 2.3, urmînd ca în sarcina ultimului etaj amplificator să se utilizeze filtre cuplate. Această schemă este valabilă pentru semnalele FIF (amplificatoare FIF sau ieșirile FIF ale convertoarelor de canal UIF—FIF) și o ieșire de UIF.

Schema electrică a unui sistem de însumare de acest tip este dată în fig. 3.63.

Schema reprezintă situația unui sumator pentru patru amplificatoare, încercînd să cuprindă toate cazurile posibile de semnale care urmează să fie însumate. Astfel, amplificatoarele 1 și 2 ( $T_1, T_2$ ) sînt amplificatoare de FIF, canalele 1...12. Amplificatorul al treilea ( $T_3$ ) este amplificator de FIF pentru canalele superioare (9...12) care poate să folosească fie circuite cuplate inductiv, fie circuite cuplate mutual ca în acest caz.

Al patrulea amplificator este un amplificator de UIF care este cuplat direct la ieșirea comună, avînd în vedere că  $C_4$  joacă rolul unui filtru „trece sus” care asigură o separare suficientă a semnalului.

În fig. 3.64 sînt date caracteristicile amplitudine — frecvență ale celor patru amplificatoare punîndu-se astfel în evidență separarea care apare

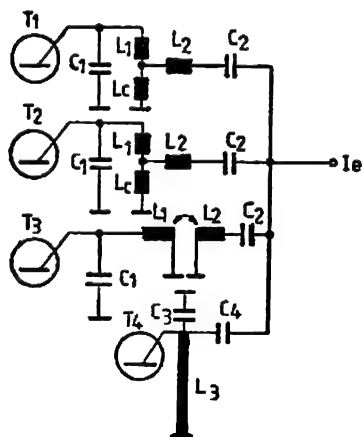


Fig. 3.63 Cuplarea amplificatoarelor de antenă la o singură ieșire de radiofrecvență.

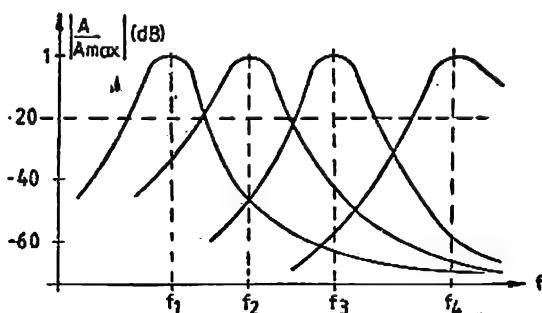


Fig. 3.64. Caracteristicile amplitudine — frecvență ale unui sistem de amplificatoare de antenă însumate.

între semnalele de pe diferitele canale amplificate, asigurată de circuitele de cuplare.

Schema este valabilă pentru toate tipurile de amplificatoare tranzistorizate utilizate în practică.

Valorile elementelor de circuit din schemă sînt în general cunoscute de la subcapitolul 3.2. Pentru circuitele cuplate în picior ( $T_1$  și  $T_2$ ) din schema din fig. 3.63, valorile lor sînt date în tabelul 3.25.

Tabelul 3.25. Valorile elementelor de circuit ale circuitelor cuplate din fig. 3.63

Componentă \ Canal												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$C_1, C_2$ (pF)	33	22	15	12	10	6,8	6,8	6,8	5,6	5,6	5,6	5,6
$L_1, L_2$ (spire)	14	13	12	12	12	6	6	5	5	5	4	4
$L_c$ (spire)	7	5	4	4	4	3	3	2	2	2	2	2

Toate condensatoarele din tabel sînt de tip ceramic disc iar bobinele sînt realizate fără miez, spiră lingă spiră bobinate pe dorn  $\varnothing 3$  din conductor de cupru izolat, gros  $\varnothing 0,5$  mm.

În cazul cuplajului mutual, folosit pentru canalele mari ale benzii 3 FIF, inductanțele  $L_1$  și  $L_2$  ( $T_2$  din fig. 3.63) au un număr de spire mai mare cu  $L_c$  decît cel dat în tabelul 3.25, iar poziția lor în spațiu este strict determinată de data aceasta (vezi fig. 3.65).

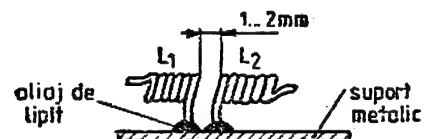


Fig. 3.65. Poziționarea bobinelor cuplate mutual în banda 3 FIF — canale superioare.

Rezultate foarte bune cu un astfel de sistem de însumare se obțin pentru canale depărtate la cel puțin 24 MHz (trei canale diferență, deci  $n \pm 3$ ). În cazul în care canalele sînt mai apropiate ( $n \pm 2$ ) se recomandă ca valoarea capacității de acord din ieșire să fie cît mai

redușă: 3... 6 pF în FIF și 1...1,5 pF în UIF, crescînd corespunzător inductanța de acord (care poate fi calculată clasic:  $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ ).

Nu se va încerca acest sistem de însumare pentru canalele adiacente (alăturate,  $n \pm 1$ ) deoarece rezultatele obținute sînt necorespunzătoare; perturbarea reciprocă a celor două canale alăturate făcînd imposibilă recepția vreunuia dintre ele.

Deoarece realizarea unor circuite selective de cuplaj în gama de UIF este mai dificil de realizat la nivel de amator, în fig. 3.66 se dă schema electrică de cuplare, selectivă, cu mențiunea că rezultatele practice sînt funcție însăși de construcția fizică a montajului. În general, la nivel de amatori în cazul recepției pe o instalație a mai mult de un canal TV UIF se preferă translatarea celorlalte canale UIF în canalele libere de FIF (la cel puțin 16 MHz de canalele FIF recepționate).

Cu un montaj realizat conform schemei din fig. 3.66 corect realizat se pot însuma în general semnale TV din gama UIF depărtate la cel puțin 40 MHz (canale  $n \pm 5$ ).

Valorile elementelor de circuit  $C_2$  și  $L_2$  sunt identice cu valorile lui  $C_1$  și  $L_1$ .

Pentru o selectivitate cât mai bună se caută ca valoarea condensatorului  $C_2$  să fie cât mai mică (prin punerea în seria a 2...3 condensatoare de 1pF și dimensionând corespunzător linia  $L_2$  pentru acordul pe canalul UIF (vezi fig. A5).

Atenuarea introdusă de un astfel de sistem de însumare este mai mică de 2dB pe canal (intrare-ieșire) și uzual este mai mare de 20dB între două intrări diferite.

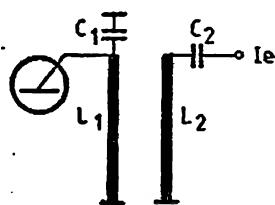


Fig. 3.66. Schema unui circuit de cuplaj selectiv în UIF.

### 3.5.2. Sumatoare de semnal TV pe impedențe de 75 ohmi.

Un caz foarte des întâlnit în practica recepției TV la mare distanță este acela în care sistemul de recepție este format din mai multe unități independente care furnizează semnale TV de frecvențe diferite prin cabluri coaxiale de 75 ohmi. Pentru facilitarea utilizării sistemului este necesar ca semnalele să fie însumate la intrarea receptorului, sau în punctul de întâlnire al cablurilor coaxiale.

În acest caz este necesară folosirea unui sistem de însumare a mai multe semnale departajate în frecvență. Sistemul, ca și în cazul precedent, din motive constructive poate însuma mai multe semnale corespunzătoare canalelor FIF depărtate la cel puțin 16 MHz (canal  $n \pm 2$ ) și un singur canal TV din gama UIF (sau semnalele provenind de la un amplificator de bandă largă UIF).

Schema electrică corespunzătoare unui sumator de acest tip este dată în fig. 3.67.)

Sumatorul din figură permite însumarea a patru semnale TV. Primele două circuite corespunzătoare intrărilor  $In_1$  și  $In_2$  permit însumarea a două semnale din două canale FIF TV. Al treilea circuit permite însumarea unui

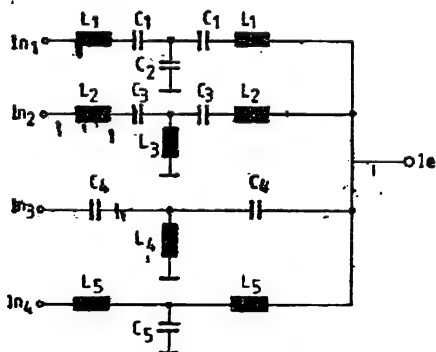


Fig. 3.67. Schema electrică a unui sistem de însumare (75 ohmi/75 ohmi) cu patru intrări și o ieșire.

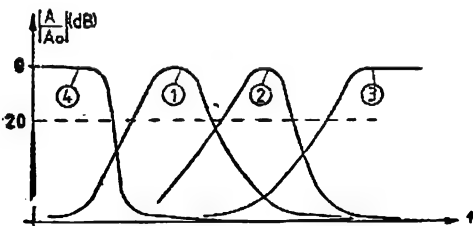


Fig. 3.68. Caracteristica amplitudine-frecvență a circuitului de însumare cu patru intrări din fig. 3.67.

semnal din gama de UIF (sau a mai multe semnale de UIF furnizate simultan la aceeași intrare  $I_{n_3}$ ). Al patrulea circuit permite însumarea unuia sau a mai multe semnale din gama de FIF furnizate la intrarea  $I_{n_4}$ .

Caracteristica de frecvență a circuitului este dată în fig. 3.68.

În funcție de cerințele instalației, sumatorul poate fi realizat în diferite moduri dintre care menționăm pe cele mai uzuale:

- sumator FIF—UIF, format numai din două filtre: un filtru „trece sus” pentru UIF și un filtru „trece jos” pentru FIF;
- mai multe filtre „trece bandă” pentru FIF;
- filtre combinate „trece bandă” pentru mai multe canale FIF (la cel puțin 2 canale diferență unul de celălalt) și (sau) filtrul „trece sus” pentru gama de UIF și (sau) filtru „trece jos” pentru canalele inferioare ale gamei de FIF.

Dimensionarea elementelor constructive ale filtrelor se face conform tabelelor de la subcapitolul 3.4. „Filtre de selectivitate” unde au fost descrise aceste tipuri de circuite.

De menționat că unele dintre aceste filtre pot fi folosite și pentru distribuirea semnalelor. De exemplu, un filtru sumator FIF—UIF „trece sus” și „trece jos” poate fi folosit la distribuirea semnalelor FIF și UIF la cele două intrări diferite de semnal (FIF și UIF) cu care sînt prevăzute unele dintre receptoarele TV.

Atenuarea introdusă de un astfel de sistem de însumare nu depășește 2dB pe canal și asigură o separare de minimum 20dB între două intrări diferite.

### 3.5.3. Circuite rezistive de însumare și distribuție

În afara sumatoarelor cu circuite acordate, în practica recepției TV sînt utilizate și o serie de circuite de însumare (respectiv distribuție) de tip rezistiv.

Aceste circuite au avantajul de a fi realizate relativ simplu însă prezintă două dezavantaje importante:

- prezintă o atenuare mare intrare-ieșire pe fiecare cale (nu mai sînt selective);
- separarea între două intrări este redusă.

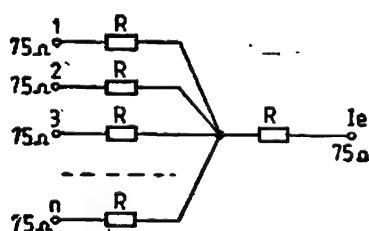


Fig. 3.69. Sumator (distribuitor) rezistiv cu „n” intrări (ieșiri).

Schema electrică a unui sumator (distribuitor) rezistiv cu „n” intrări (deci  $n + 1$  borne) este dată în fig. 3.69.

Impedanțele de la intrările și ieșirea sumatorului sînt egale și au valoarea impedanței caracteristice a cablului coaxial (uzual  $Z_0 = 75$  ohmi).

Cu notațiile din figură rezultă pentru  $R$  valoarea:  $R = \frac{Z_0(n-1)}{n+1}$ , iar pentru atenuare valoarea:  $\alpha = \frac{1}{n}$ .

În tabelul 2.26 se dau valorile rezistenței  $R$  și a atenuării pe cale,  $\alpha$ , în cazul unor sumatoare (distribuitoare) cu mai multe intrări (ieșiri).

Din punct. de vedere electric montajele de acest tip prezintă o simetrie circulară, oricare dintre cele  $n + 1$  borne putînd fi ieșirea (intrarea) celeilalte, „n” fiind intrările (respectiv ieșirile).

**Tabelul 3.26. Valorile elementelor de circuit ale sumatoarelor (distribuitoarelor) rezistive cu mai multe intrări (ieșiri) care lucrează pe impedanță de 75 ohmi**

nr. intrări (ieșiri)	2	3	4	5	6	7
$R$ (ohmi)	25	37,5	45	50	53,6	56,25
$\alpha$	0,5	0,33	0,25	0,2	0,167	0,143
$\alpha$ (dB)	-6	-10	-12	-14	-15,5	-17

Pentru o bună funcționare a sumatorului (distribuatorului) toate bornele sale trebuie închise pe impedanța caracteristică (în cazul nostru 75 ohmi).

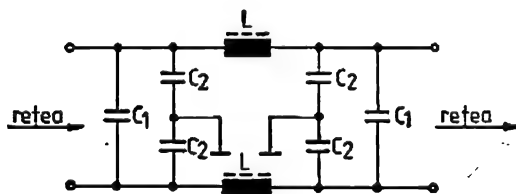
În cazul în care una dintre borne nu este utilizată, ea se închide pe o impedanță rezistivă de 75 ohmi, pentru a nu dezechilibra sistemul.

### 3.6. Circuite de rejectare a semnalelor perturbatoare

Prin semnal perturbator în acest caz se înțelege orice fel de semnal electric diferit și independent de semnalul util care provoacă într-un mod oarecare modificarea semnalului util (perturbarea). Semnalul perturbator poate să aibă orice frecvență (chiar în spectrul semnalului util) și să aibă diferite amplitudini. Din acest motiv și măsurile care se iau pentru eliminarea semnalelor perturbatoare sînt extrem de diverse.

#### 3.6.1. Circuite de rejectie a semnalelor perturbatoare de joasă frecvență

Așa cum s-a afirmat mai sus, semnalele perturbatoare pot avea frecvențe și amplitudini diferite. De multe ori frecvența semnalelor perturbatoare este foarte joasă, de ordinul citorva Hertzi la sute de Hertzi. De obicei acest tip de perturbații sînt de tip industrial și pătrund prin rețeaua electrică de alimentare a instalației de recepție. Măsura care se ia în cazul acesta este introducerea unui circuit de deparazitare a rețelei cu schema din fig.3.70 pe cordonul de alimentare a instalației, cordorul de alimentare a receptorului TV și cordorul de alimentare a redresorului pentru alimentarea amplificatoarelor de antenă.



**Fig. 3.70. Circuit de rejectare a semnalelor perturbatoare (industriale) din rețeaua de alimentare.**

Cele două bobine se recomandă a fi realizate pe toruri de ferită cu  $\mu_r$  cît mai mare, pentru a se atinge valori mari ale inductanței (sute de  $\mu H$  pînă la cîtiva mH). Ele pot fi realizate de asemenea pe bară de ferită sau chiar pe miez de transformator. La alegerea conductorului de bobinaj se va ține seama

de consumul aparatului respectiv. Numărul minim de spire este de circa 100 pe un miez de ferită de minimum  $\varnothing$  15 mm.

Condensatoarele utilizate trebuie să fie de un tip special, care să reziste la tensiunea de rețea. Uzual  $C_1$  sînt condensatoare poliestere de 100... 680 nF cu tensiunea de străpungere de minimum 400 V (peste 1 kV), iar  $C_2$  condensatoare ceramice de 1...47 nF cu tensiunea de străpungere de peste 1 kV. În general condensatoarele de deparazitare sînt marcate special, în acest mod garantîndu-se rezistența lor la valorile tensiunii de rețea.

Sînt cazuri în care perturbația este introdusă prin intermediul sau chiar din cauza alimentatorului amplificatoarelor de antenă:

— în cazul utilizării unui redresor în punte, apare necesitatea decuplării fiecărui braț al punții redresoare cu capacități de ordinul nF — zeci nF;

— în cazul apariției unui brum de 50... 100 Hz peste imagine, care dispare la alimentarea amplificatorului cu o baterie electrică este necesară utilizarea fie a unui stabilizator de tensiune în continuarea redresorului, fie a unei celule suplimentare de filtraj cu un șoc și un condensator electrolitic de minimum 1.000  $\mu$ F.

### 3.6.2. Circuite de rejectare a semnalelor perturbatoare de radiofrecvență de frecvențe mult diferite de cea a semnalului util

În cazul în care semnalele perturbatoare se află în gama de radiofrecvență însă la diferență mare de frecvență de semnalul util (peste 20 MHz), rejectarea lor se realizează cu filtre de bandă largă de tip „trece sus“, „trece jos“, sau „oprește bandă“ clasice.

Circuitele uzuale de rejectie a semnalelor perturbatoare sînt de tip serie sau derivație. În fig. 3.71 sînt date schemele electrice ale acestor două tipuri de circuite. În fig. 3.71 a este dată schema circuitului serie. El se intercalează pe calea de semnal de radiofrecvență și într-o bandă de frecvențe de circa 30 MHz în jurul frecvenței de rezonanță (în cazul instalațiilor realizate pe cablu coaxial cu  $Z_0 = 75$  ohmi) se comportă ca un scurt circuit. Atenuarea introdusă de un astfel de circuit este de 20...40 dB.

În fig. 3.71 b este dată schema electrică a circuitului derivație de rejectie, cunoscut și sub numele de „circuit dop“ deoarece la frecvența de rezonanță (într-o bandă de circa 20 MHz) oprește practic transmiterea semnalelor. Atenuarea obținută este ceva mai mare decît în cazul circuitului serie (30... 46 dB).

De obicei la circuitul serie se utilizează capacități de valoare mare 30...40 pF pentru banda 1 FIF și 10...20 pF pentru banda 3 FIF. Circuitele de rejectie de bandă îngustă pentru gama de UIF sînt în general mai greu de realizat la nivelul de amator.



Pentru exemplificare, în tabelul 3.27 se dau valorile componentelor circuitelor de rejecție serie (sau paralel) din fig. 3.71 *a* și fig. 3.71 *b*, corespunzătoare canalelor FIF și câteva grupe de canale UIF (canale mici), cu mențiunea că valorile sint orientative, pentru o bună funcționare a montajului fiind totuși necesară o reglare a circuitelor, în general acestea făcându-se direct pe imagine. Reglajul este optim cind perturbația semnalului util este minimă (sau dispare total).

Tabelul 3.27. Valorile componentelor circuitelor de rejecție serie sau paralel

Figura 5.27: Valores componentais circuitos de repêso sobre sua planície																
	FIF - L					FIF - H							UIF			
Canal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	21...25	26...30	30...35	35...40
$L_1$ ( $\mu$ H)	0,27	0,191	0,152	0,120	0,1	0,053	0,049	0,056	0,051	0,057	0,053	0,05	0,032	0,027	0,03	0,0329
$C_1$ (pF)	33	33	27	27	27	15	15	12	12	10	10	10	3,3	3,3	2,7	2,2

Bobinele corespunzătoare inductanțelor din tabel pot fi realizate conform nomogramelor din fig. A3 sau fig. A4, iar liniile de acord pentru circuitele de rejecție UIF au lungimile conform corespondențelor din fig. A5.

Trebuie menționat că pentru circuitul UIF construcția montajului influențează puternic mărimea inductanței (deci și-a frecvenței de acord). Pentru a reduce cit mai mult aceste influențe este necesar ca linia de acord să fie cit mai degajată de pereții carcasei metalice. Aproximarea liniei de carcasă duce la micșorarea valorii inductanței, și la micșorarea factorului de calitate al circuitului.

În practică de cele mai multe ori se preferă ca în locul condensatorului de acord să se folosească un condensator semireglabil (trimer), în acest mod putindu-se realiza mult mai ușor și precis reglajul circuitului pe frecvența optimă.

Atunci cind frecvențele perturbatoare se află spre capetele de gamă inferioare FIF sau superioară UIF, ca circuite de rejecție se pot folosi filtre suplimentare „trece sus” pentru eliminarea perturbatorilor din gama inferioară FIF sau „trece jos” pentru eliminarea perturbatorilor din gama superioară UIF. Aportul atenuării acestor filtre este de ordinul a 10...15 dB, suficient în anumite cazuri pentru îmbunătățirea calității recepției TV.

Dimensionarea filtrelor se face conform subcapitolului 3.4, unde au fost descrise filtrele de tip „trece sus” și „trece jos”.

O soluție constructivă interesantă de circuit de rejecție este cea care utilizează un tronson de cablu coaxial în  $\lambda/4$  în gol (echivalent cu un circuit serie).

În fig. 3.72 se dă schema de montaj a unui asemenea circuit. El se montează în paralel cu linia de semnal de impedanță de 75 ohmi, egală cu impedanța caracteristică a cablului coaxial din care este realizat tronsonul. Lungimea fizică a cablului este mai mică decît lungimea corespunzătoare tronsonului de  $\lambda/4$  (scurtat).

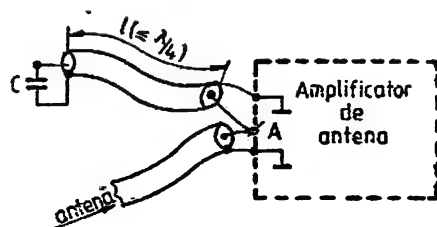


Fig. 3.72. Circuit de rejecție realizat cu tronson de cablu coaxial în  $\lambda/4$ .

Condensatorul semireglabil (trimerul) montat pe capătul liber al tronsonului, permite acordul pe frecvența corespunzătoare (se cunoaște faptul că o capacitate montată la capătul liber al unei linii electrice are ca efect lungirea ei, din punct de vedere al comportamentului electric).

În tabelul 3.28 se dau lungimea tronsonului de cablu și valoarea trimerului în funcție de grupul de canale, respectiv frecvența pe care poate fi acordat (ca circuit de rejecție).

*Tabelul 3.28. Elementele circuitului de rejecție cu tronson de cablu coaxial în  $\lambda/4$ .*

Canale	1...5	6...12	21...35	35...45
$l$ (mm)	500	300	120	100
$C$ (pF)	0,5...10	0,5...10	0,5...4,7	0,5...4,7

Operația de acord a circuitului constă în reglarea trimerului pînă ce perturbăția se reduce la minimum.

Ca o observație trebuie menționat faptul că tronsonul cu trimer la capăt trebuie protejat la întreruperi și poziționat fix, deoarece variații mari ale temperaturii și (sau) umidității ca și schimbarea relativă în spațiu a poziției tronsonului duc la dezacordul circuitului acordat.



### 3.6.3. Circuite de rejecție a semnalelor perturbatoare de radiofrecvență din imediată apropiere a spectrului de frecvențe al semnalului util

În cazul existenței unor semnale perturbatoare în chiar vecinătatea spectrului de frecvențe al semnalului util, problema eliminării lor devine mult mai dificilă decît în cazurile precedente.

Din cauza vecinătății imediate, semnal perturbator — semnal util, rejecțiile nu pot fi realizate decît cu circuite cu factor de calitate foarte bun deci bandă îngustă de frecvență și de aici apar cele două dificultăți practice de realizare:

— obținerea unor circuite cu factor de calitate foarte bun în instalații de radiofrecvență realizate cu linii electrice de impedanță caracteristică mică (uzual 75 ohmi);

— precizia acordului circuitelor și păstrarea lui în timp în condiții meteo-climatiche variabile.

Din motivele arătate mai sus, în practica recepției TV la mare distanță acest tip de circuite crează cele mai multe probleme amatorilor de recepție TV.

Din experiența autorului reiese că pot fi realizate chiar la nivel de amator circuite de rejecție a semnalelor perturbatoare cu condiția ca schema electrică aleasă să fie adecvată situației reale și soluția constructivă să fie corespunzătoare. Rezultatele foarte bune în acest sens se obțin folosind circuite rezonante cuplate mutual cu circuitele de intrare ale amplificatoarelor de canal pentru semnalul util sau intercalate pe calea de semnal util.

În cazul în care circuitul rejecor se cuplează mutual cu circuitul acordat de intrare al amplificatorului, schema electrică corespunzătoare este cea din fig. 3.73. *a*. pentru canalele FIF și fig. 3.73 *b* pentru canalele UIF. Caracteristica amplitudine — frecvență a unui amplificator cu circuit de rejecție

cuplat mutual (absorbant) în intrare este dată în fig. 3.74. La reglare se alege compromisul optim atenuare-bandă afectată, din reglarea cuplajului între bobina de intrare și bobina circuitului de rejecție (apropierea între ele). În cazul amplificatoarelor UIF, cuplajul se reglează tot prin modificarea distan-

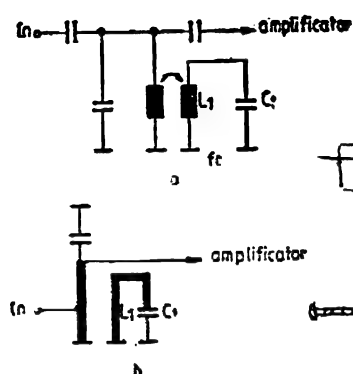


Fig. 3.73. Schema electrică a circuitului de intrare al amplificatorului de canal cu circuit de rejecție cuplat mutual: a - amplificator FIF; b - amplificator UIF.

$$f_{(MHz)} = \frac{159}{\sqrt{L(\mu H) \cdot C(pF)}}$$

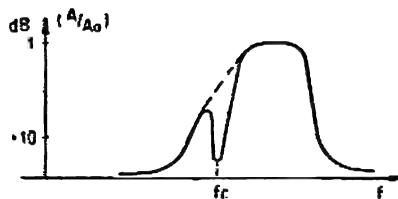


Fig. 3.74. Caracteristica amplitudine - frecvență a unui amplificator de canal TV cu circuit de rejecție cuplat mutual.

ței între cele două linii ale circuitelor acordate (al amplificatorului, respectiv al circuitului de rejecție).

Valorile elementelor de circuit  $L_1$  și  $C_1$  sînt în funcție de frecvența semnalului rejecat.

Orientativ, pentru stabilirea lor se poate folosi tabelul 3.27. În general se preferă de această dată ca circuitele să fie realizate cu inductanțe de valori mai mari și condensatoare mai mici pentru ca reglarea cuplajului să fie realizată mai ușor. Frecvența de rezonanță a circuitului este cea cunoscută

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}.$$

În cazul în care circuitul de rejecție se intercalează pe linia care transmite semnalul FIF, o soluție constructivă cu rezultate practice bune este cea din fig. 3.75.

Construcția se realizează într-o carcasă metalică din tablă cositorită de dimensiuni suficient de mari care să asigure o degajare a celor două conductoare de cel puțin 10 mm față de pereți. Conducătorul central de lungime

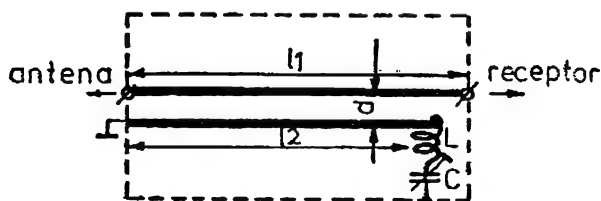


Fig. 3.75. Filtru de rejecție în gama FIF.

$l_1$  cit și conductorul  $l_2$  continuat cu bobina  $L$  sint realizate din sirmă cupru argintat sau cositorit, gros de 0,8 mm. Partea de bobinaj este realizată pe dorn  $\varnothing$  5 mm și cu pasul de circa 0,3...0,5 mm.

Trimerul de reglaj trebuie să fie de dimensiuni cit mai mici și să aibă valoarea de 10...40 pF. În funcție de banda de frecvențe FIF în care acționează, datele constructive sint date în tabelul 3.29.

Tabelul 3.29. Detaliile constructive ale filtrului de rejecție pentru gama de FIF din fig. 3.75

	Banda 1, 2	Banda 3
$L$ (număr de spire)	9,5	2,5
$l_1$ (mm)	65	40
$l_2$ (mm)	60	35
$d$ optim (mm)	1	6
atenuare (dB)	$\geq 8$ (uzual 14)	$\geq 15$ (uzual 20)

Reglajul acordului se face din trimerul  $C$ , dar se poate regla și bobina  $L$ . Prin acționarea asupra distanței între conductorul central și cel al circuitului de rejecție,  $d$ , se poate regla cuplajul, deci mărimea atenuării și respectiv lățimea de bandă a semnalului atenuat.

Deoarece mulți amatori de recepție TV la mare distanță obțin performanțe deosebite în special în banda 1 FIF de TV, pentru această bandă au fost și testate, respectiv găsite, o serie de scheme de circuite rejecitoare de bandă îngustă cu rezultate practice deosebite.

În fig. 3.76 se dă schema unui circuit de rejecție de bandă îngustă acordabil în benzile 1 și 2 FIF care asigură o atenuare de peste 40 dB pe frecvența de acord.

Elementele de circuit au următoarele valori:

- $C_T$  — condensator semireglabil 3...30 pF;
- $R$  — rezistență semireglabilă 470 ohmi;
- $L_1$  — bobină pe miez din ferită de înaltă frecvență gros 6 mm din conductor din cupru izolat  $\varnothing$  0,3...0,5 mm cu 11 spire. Conectările intrării,

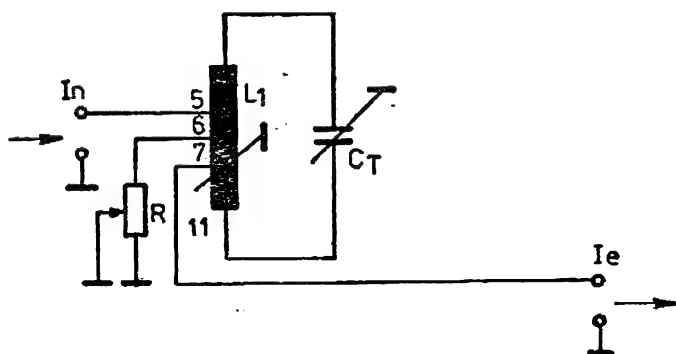


Fig. 3.76. Circuit de rejecție pentru semnale perturbatoare din benzile 1 și 2 FIF—TV.

rezistenței, respectiv ieșirii se fac la spirele 5, 6 și 7, conform datelor din fig. 3.76.

Circuitul se acordă cu ajutorul lui  $C_T$  pe oricare dintre canalele benzilor 1 și 2 TV. Cu ajutorul semireglabilului  $R$  se reglează valoarea atenuării (maximum 40...46 dB).

În fig. 3.77 este dat un circuit dublu de rejecție a unor semnale perturb-

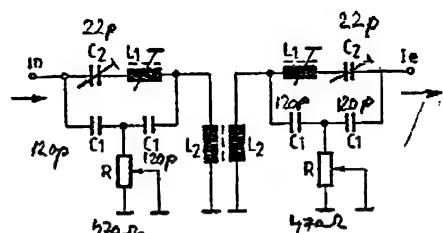


Fig. 3.77

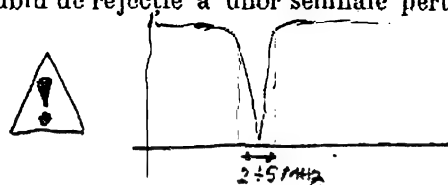


Fig. 3.77. Circuit de rejecție dublă pentru semnale perturbatoare din benzile 1 și 2 FIF-TV.

batoare din benzile 1 și 2 FIF OIRT. Valorile elementelor de circuit sînt următoarele:

$C_1$  — 120 pF;

$C_2$  — 22 pF;

$R$  — 470 ohmi;

$L_1$  — 8 spire conductor cupru izolat  $\varnothing$  0,5 mm înfășurate spiră lângă spiră pe un miez de ferită  $\varnothing$  6 mm.

$L_2$  — înfășurarea dublă bifilară (transformator 1:1) realizat cu 3 spire înfășurate pe miez ferită  $\varnothing$  6 mm.

Cu un astfel de circuit se pot obține rezultate spectaculoase: atenuări de ordinul a 50 dB la frecvențe depărtate cu 2...5 MHz față de semnalul util.

Tot pentru banda 1, în fig. 3.78 se dă schema unui circuit de rejecție acordabil, comandat în tensiune continuă.

Datele constructive ale filtrului sînt:

—  $D_1$ ,  $D_2$  diode varicap de tip BB 125, BB 126, sau diode de comutare de tip BA 243.

—  $L_s$  — șoc minimum 20 spire pe ferită  $\varnothing$  1...2 mm.

$L_1$  — 11 spire bobinate pe un tor din ferită de înaltă frecvență cu priză la 1/2. Același rezultat se poate obține și cu o bobină realizată pe aer sau pe ferită, cu o inductanță de ordinul a 1,2  $\mu$ H (în jur de 10 spire bobinate pe un miez  $\varnothing$  4...6 mm din ferită de înaltă frecvență), cu priză la mijloc.

Trebuie menționat că pentru buna funcționare a montajului trebuie ca circuitul cuplat în continuare, la ieșirea circuitului de rejecție să prezinte o rezistență ohmică relativ mică pentru ca cele două diode să poată fi polarizate invers. În cazul în care circuitul nu asigură închiderea în curent continuu, între borna de ieșire și masă trebuie montată o rezistență de ordinul a 30...50 ohmi.

Necesitatea utilizării acestor tipuri de rejecții apare în cazul recepțiilor întimplătoare la care condițiile de propagare, respectiv de recepție au un caracter instabil, nefiind reproductibile în timp.

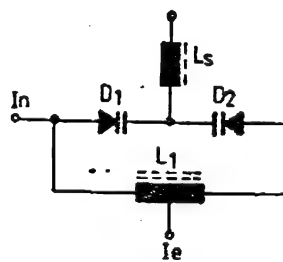


Fig. 3.78. Circuit de rejecție acordabil, comandat în tensiune.

O soluție folosită mai rar datorită dificultăților practice de realizare este utilizarea de filtre de rejecție de tip „T podit“. Aceste filtre se intercalează în general între două circuite acordate dintr-un amplificator de canal.

În fig 3. 79 *a* este dată schema electrică a unui filtru de bandă cu circuite cuplate, între primarul și secundarul căruia a fost montat un circuit de rejecție „T podit“.

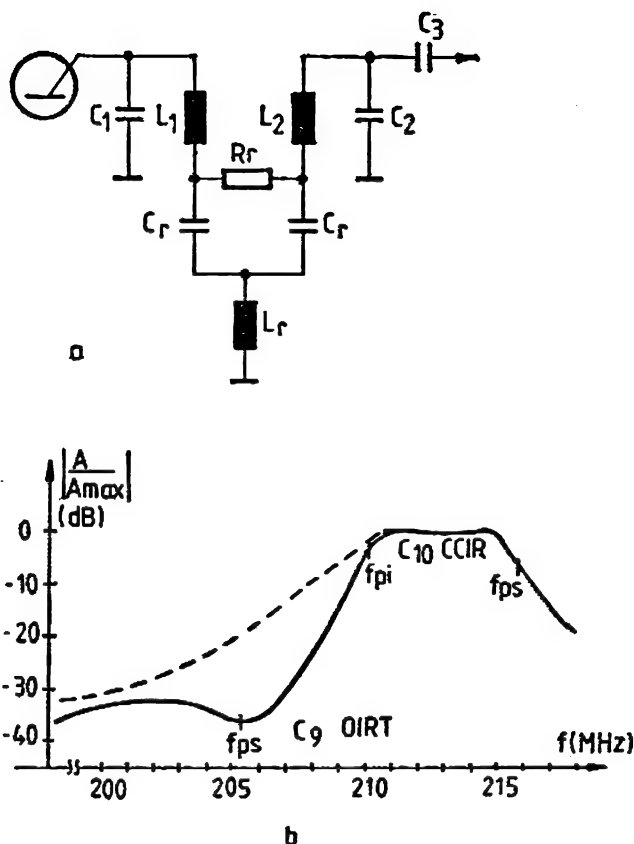


Fig. 3.79. Circuit de rejecție de tip „T podit“: *a* — schema electrică; *b* — caracteristica amplitudine — frecvență a unui amplificator de canal 10 CCIR cu rejecție de tip „T podit“ pe canalul 9 OIRT.

Elementele de circuit  $C_1$ ,  $L_1$  și  $C_2$ ,  $L_2$  sînt cele corespunzătoare canalului pe care este acordat amplificatorul, cu mențiunea că prin construcție, bobinele  $L_1$  și  $L_2$  trebuie să fie poziționate așa fel ca între ele să nu existe cuplaj magnetic.

Valorile elementelor de circuit ale filtrului „T podit“ sînt funcție de frecvența pe care este acordat. Ca exemplu, valorile elementelor de circuit corespunzătoare unui filtru de rejecție pentru canalul 9 OIRT într-un amplificator de canal 10 CCIR sînt:

$R_r$  — 10 ohmi;

$C_r$  —  $3,3 \text{ pF} \pm 0,25 \text{ pF}$ ;

$L_r$  — 7 spire din cupru izolat  $\varnothing 0,5$  bobinate „spiră lingă spiră“ pe dorn  $\varnothing 3 \text{ mm}$ .

Caracteristica obținută cu circuitul respectiv este reprezentată în fig. 3.79 b. Cu linie punctată s-a reprezentat flancul inferior al caracteristicii în lipsa circuitului de rejecție.

### 3.7. Receptorul de televiziune

Ultima verigă a unei instalații de recepție TV este receptorul de televiziune. Cu ajutorul lui, așa cum s-a arătat la subcapitolul 1.7, semnalul de radiofrecvență prin prelucrări succesive furnizează informațiile video și audio, care cu ajutorul celor două traductoare (tubul cinescop și difuzorul) sînt transformate în imagine, respectiv sunet.

Receptoarele de televiziune existente în comerț sînt așa zisele receptoare standard care asigură niște valori minime pentru anumiți parametri, așa fel alese ca să asigure o recepție corespunzătoare (imagine și sunet cel puțin acceptabile) în condiții normale de semnal recepționat (vezi subcapitolul 1.8).

În cazul recepției TV la mare distanță condițiile de lucru ale receptorului diferă de cele normale:

- lucrează cu semnele de amplitudine foarte mică, sau în cazul existenței unor amplificatoare cu amplificare mare, cu semnale cu raport semnal zgomot mai mic decît normal (semnale zgomotoase);

- recepționează simultan semnale de TV corespunzătoare unor norme, sisteme sau standarde de TV diferite și de mărimi diferite.

Din aceste două motive reiese că se poate obține o îmbunătățire a performanțelor recepției la mare distanță a instalației de recepție dacă se intervine în chiar schema (și structura) receptorului de TV.

Modificările necesare în receptorul de TV afectează numai calea de semnal și au ca scop îmbunătățirea acelor parametri care condiționează strict calitatea recepției la mare distanță.

#### 3.7.1. Modificări pentru îmbunătățirea raportului semnal-zgomot pe imagine

La baza acestor modificări stă observația că mărimea zgomotului pe imagine este proporțională cu banda de trecere video și că subiectiv este foarte supărător zgomotul cu frecvențe video superioare a 2,5 MHz.

Din aceste motive, la recepția TV la mare distanță — în receptoarele TV se utilizează adesea amplificatoare de FI cu bandă de trecere de ordinul a 2,5 MHz, eliminîndu-se gama de frecvențe din banda de FI care corespunde frecvențelor superioare ale benzii de videofrecvență.

Consecința este că imaginea devine mai puțin zgomotoasă însă în același timp devine mai „fluă”, amănuntele fiind redată necorespunzător, însă ochiul percepe modificarea ca un cîștig în calitate al imaginii față de imaginea zgomotoasă inițială.

Echivalentul organoleptic al acestei reduceri a benzii video cu avantajele ei (din punct de vedere al zgomotului) și dezavantajele ei (din punct de vedere al definiției) se poate obține privind o imagine zgomotoasă pe ecranul receptorului TV. Cînd se privește normal, ochiul percepe tot conținutul de zgomot al imaginii. Cînd se privește cu ochii întredeschiși imaginea perce-

pută are conținutul de zgomot mult redus, însă în aceeași măsură se reduce detaliile ei; această situație fiind echivalentă imaginii corespunzătoare unei benzi video mai mici (2...2,5 MHz față de 4,5...5 MHz uzual).

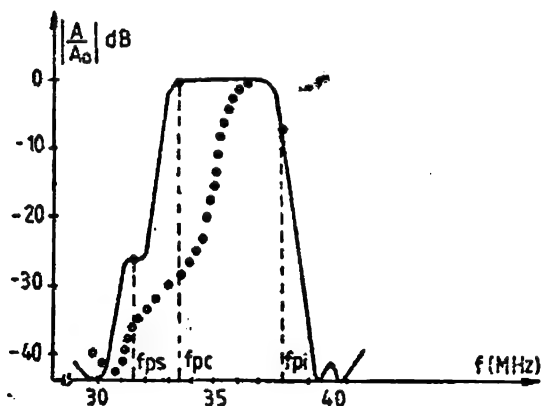
Ca senzație s-a determinat statistic că imaginea fluă dar cu zgomot redus este acceptată mai bine de telespectator decât imaginea cu definiție bună dar cu un zgomot pregnant de înaltă frecvență cunoscută de către publicul larg sub numele de „ninsoare” sau „imagine puricoasă”. În același timp, în mod obiectiv se remarcă o îmbunătățire sesizabilă a anumitor parametri ai receptorului prin reducerea benzii video (de asemenea, anumiți parametri se înrăutățesc) pentru exemplificare, în tabelul 3.30 se dau valorile comparative ale citorva parametri electrici ai unui receptor TV portabil tip SPORT 235 realizat cu selector de canale cu tranzistoare bipolare PNP și cale comună cu circuite acordate clasice și circuit integrat de tip TDA 440.

**Tabelul 3.30** Tabel comparativ cu performanțele unui receptor TV cu bandă de frecvență video variabilă.

Parametru	Sensibilitate limitată de sincronizare	Definiția pe verticală în centrul ceranului	Limita de recepție a sunetului
receptor nemodificat (bandă video la 6dB 4,5 MHz)	6 $\mu$ V (canal 10) 12 $\mu$ V (canal 40)	350 linii	6 $\mu$ V (canal 10) 12 $\mu$ V (canal 40)
receptor modificat (bandă video la 6dB 2,5 MHz)	3 $\mu$ V (canal 10) 7 $\mu$ V (canal 40)	200 linii	5 $\mu$ V (canal 10) 12 $\mu$ V (canal 40)

În fig. 3.80 este dată caracteristica amplitudinii frecvență a amplificatorului de FI cale comună modificat

Din caracteristică se remarcă faptul că modificarea afectează și calea de sunet, fenomen, neobservabil practic la receptoarele TV moderne pentru normele cu sunetul MF realizate cu FI sunet cu circuite integrate de amplificare foarte mare.



**Fig. 3.80.** Caracteristica de FI cale comună a receptorului TV: — linie continuă — caracteristica standard; - - linie punctată caracteristica modificată în vederea îngustării benzii de trecere.

În lucrare nu se dau rețete de modificare a circuitelor deoarece schimbarea alurei curbei de selectivitate se realizează numai din reglaje. Ca idee trebuie menționat faptul că la îngustrea caracteristicii de frecvență contribuie și schimbarea frecvenței de acord a rejecției semnalului purtător imagine a canalului superior din 30 MHz în 30,5...31 MHz.

Tot pentru îmbunătățirea raportului semnal-zgomot al semnalului se poate acțio-



na și asupra selectorului de canale, în sensul micșorării zgomotului introdus de el peste semnalul util.

În consecință, un amator care urmărește obținerea unor rezultate deosebite în recepția TV la mare distanță poate acționa în mai multe feluri asupra receptorului TV în vederea îmbunătățirii factorului său de zgomot:

- se caută obținerea unei imagini optime, de zgomot cât mai mic, acționând asupra tensiunii de RAA a selectorului utilizând pentru polarizarea de RAA o rezistență semireglabilă;

- se va înlocui selectorul inițial cu altul compatibil electric cu el însă de zgomot mai mic. În acest sens este tipică înlocuirea selectorului clasic cu tranzistoarele bipolare cu un selector de canale realizat cu tranzistoare MOS;

- se va modifica alura caracteristicii de selectivitate a amplificatorului de cale comună în sensul îngustării (vezi fig. 3.80).

Cu ajutorul acestor modificări se pot îmbunătăți performanțele unui receptor TV din punct de vedere al recepției la mare (și foarte mare) distanță. Ele pot fi însă realizate numai de către un specialist sau de către un amator de recepție la mare distanță cu o mare experiență tehnică, altfel prin modificări incorecte se pot obține rezultate chiar mai slabe decât cele inițiale.

### 3.7.2. Modificări realizate în vederea asigurării recepției multistandard a receptorului TV

Comparând parametrii tehnici (inclusiv frecvențele afectate canalelor TV din gamele de FIF și UIF) ai diferitelor norme de TV (vezi subcapitolul 1.6) se poate concluziona că în cazul utilizării unui receptor TV cu acord continuu realizat conform normei OIRT se poate recepționa imagine alb-negru pe oricare canal FIF sau UIF pe care se transmite, indiferent de norma sau sistemul TV alb-negru sau color utilizate.

Astfel spus, practic pe teritoriul țării noastre se pot recepționa imagini de la emițătoarele TV care transmit conform normelor uzuale europene CCIR (B,C,D,G,H,K) și sistem PAL sau SECAM în cazul transmisiei în culori.

Pentru recepția sunetului și culorii receptorul trebuie să fie prevăzut cu montaje care să permită recepția multistandard și multisistem.

Referindu-ne tot la situația practică din țara noastră și la schema bloc clasică a receptorului TV, rezultă că receptorul (color) trebuie să fie dotat cu două circuite specifice:

- circuit de sunet bistandard, adică un circuit de frecvență intermediară sunet (a II-a frecvență intermediară FIS<sub>2</sub>) care să permită recepția atât în cazul ecartului de 6,5 MHz cât și în cazul ecartului de 5,5 MHz între cele două purtătoare ale canalului (de imagine și de sunet);

- decodor color bisistem care să permită recepția informației de culoare — deci imagine în culori — atât în sistemul PAL cât și în sistemul SECAM, eventual cu recunoașterea și comutarea automată a sistemului.

Întrucât realizarea la nivel de amator a unui decodor bisistem este practic inabordabilă, în cele ce urmează se vor descrie numai câteva modalități de transformare a unui receptor TV (alb negru sau în culori) în vederea recepției bistandard a sunetului.

Receptoarele TV aflate în exploatare în momentul de față utilizează practic două tipuri de circuite în calea de sunet (a II-a frecvență intermediară și demodulatorul de frecvență):

— circuite de FI cu componente discrete și demodulator de frecvență cu diode de tip comparator (schema bloc în fig. 3.81 a).

— circuit amplificator de FI și demodulator de coincidență realizat cu circuit integrat specializat (schema bloc în fig. 3.81 b).

Schema din fig. 3.81 a, poate fi realizată în multe variante, cu unul sau mai multe circuite de selectivitate și unul sau mai multe circuite amplificatoare — limitatoare.

Pentru a transforma un asemenea circuit în montaj bistandard se utilizează uzual schema bloc din fig. 3.82, care are la bază o conversie de semnal. Montajul se conectează la începutul căii de FIS<sub>2</sub> a receptorului. În cazul

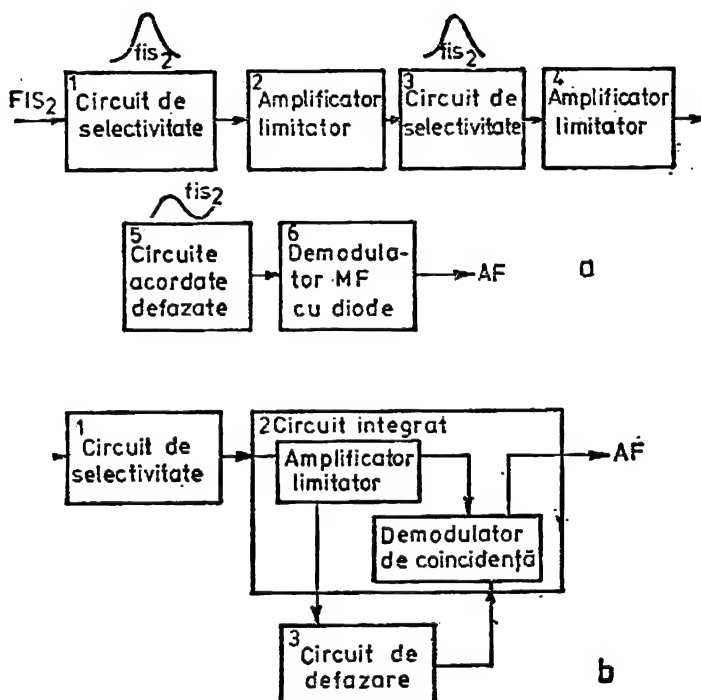


Fig. 3.81. Schema bloc a căii de sunet FIS 2 a unui receptor TV clasic: a — realizat cu componente discrete; b — realizat cu circuit integrat specializat.

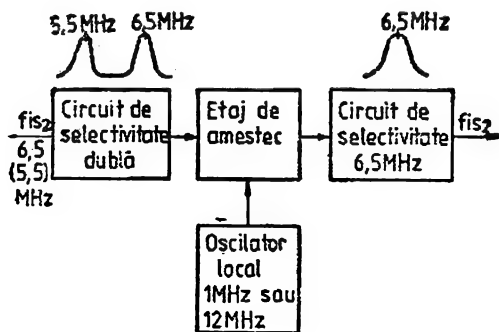


Fig. 3.82. Schema bloc a convertorului de FIS 2 (a doua frecvență intermediară sunet).

În care semnalul corespunde normei OIRT ( $f_{is} = 6,5$  MHz) trece practic prin montaj neinfluențat și este prelucrat în continuare de calea de sunet (fig. 3.81 a). În cazul în care semnalul corespunde normei CCIR ( $f_{is} = 5,5$  MHz) este convertit în etajul de amestec (înfradină sau supradină) și rezultă la ieșire tot 6,5 MHz care este prelucrat clasic în continuare.

Deoarece acest tip de receptor este actualmente din ce în ce mai rar utilizat, iar soluția cu conversie poate duce la alte complicații datorită componentelor spectrale nou introduse, se preferă de obicei ca chiar la aceste receptoare să se scoată din funcție modulul respectiv și să se introducă în locul lui un modul de sunet bistandard cu circuit integrat.

Modulul de sunet cu circuit integrat specializat așa cum reiese și din schema bloc (fig. 3.81 b) poate fi relativ simplu transformat în modul bistandard, făcând așa fel ca cele două circuite de selectivitate (cel de la intrare, 1 și cel de defazare a purtătoarei, 3) să corespundă ambelor frecvențe de  $f_{is}$ , 2 adică 6,5 MHz și 5,5 MHz.

Pentru exemplificare în fig. 3.83 se dau trei scheme electrice tipice de cale de sunet (FIS 2). În fig. 3.83 a este dată o schemă tipică cu componente discrete utilizată în receptoarele TV românești mai vechi. În fig. 3.83 b este dată schema tipică de circuit integrat utilizată în receptoarele românești de

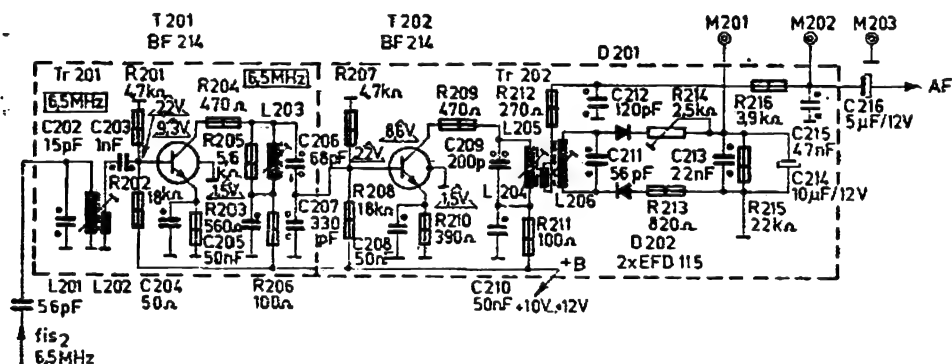
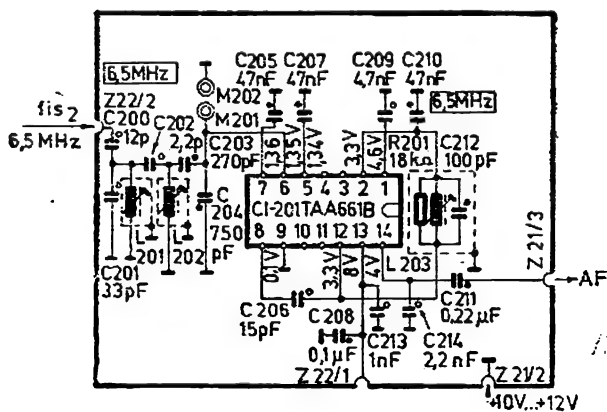
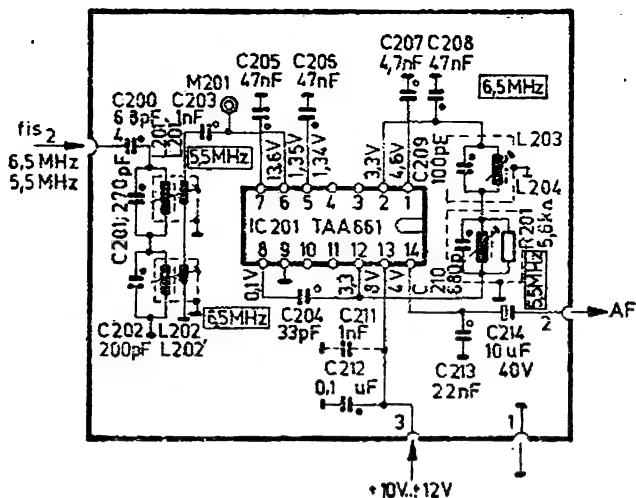


Fig. 3.83. Schema electrică a etajului de frecvență intermediară sunet:  
a — etaj realizat cu componente discrete;



b — etaj monostandard realizat cu circuit integrat;



c — etaj bistandard realizat cu circuit integrat.

fabricație recentă, iar în fig. 3.83 c este dată varianta de schemă cu circuit integrat pentru recepție bistandard.

Din punct de vedere al funcției îndeplinite și a bilanțului puterii semnalelor de intrare, respectiv ieșire, cele trei circuite sînt compatibile, ele putînd fi înlocuite unul cu altul în oricare receptor TV.

Trebuie remarcat însă faptul că o modificare a circuitului din fig. 3.83 a pentru a-l transforma în circuit bistandard este extrem de greoaie pe cînd modificarea circuitului din fig. 3.83 b. este relativ simplă, ea presupunînd schimbarea circuitului de selectivitate din intrare și a circuitului de defazare dintre terminalele 2 și 12 ale circuitului integrat.

În consecință, în practică se preferă înlocuirea etajelor de FIS<sub>2</sub> și a demodulatorului de MF de tip cu componente discrete cu un modul de sunet bistandard cu circuit integrat și înlocuirea sau modificarea modului de sunet cu circuit integrat pentru o singură normă în vederea transformării sale în modul bistandard.

Înlocuirea constă practic în întreruperea, respectiv conectarea a patru contacte:

- intrarea de semnal FIS<sub>2</sub> — 6,5 MHz sau (și) 5,5 MHz;
- ieșirea de audiofrecvență;
- alimentarea cu 10V...12 V;
- masa generală.

În practică, în schemele cu circuite integrate, uneori în locul celor două circuite selective (de intrare și de defazare) se folosesc filtre ceramice (mai rar în locul circuitului de defazare).

În acest caz modificarea poate fi realizată în două moduri:

- se dublează filtrele ceramice existente (de 6,5 MHz în cazul considerat — receptor OIRT) cu filtrele corespunzătoare noului standard (5,5 MHz);
- se elimină filtrul ceramic și se conectează la locul său filtre clasice LC, ca în fig. 3.83 c.

De menționat că există și situația intermediară în care numai circuitul de selectivitate de la intrare este ceramic și filtrul de defazare este clasic. În

acest caz se dublează filtrul ceramic de la intrare cu cel corespunzător celei de a doua norme iar în serie cu circuitul  $L, C$  de defazare se introduce circuitul,  $L, C$  corespunzător noii frecvențe.

### 3.7.3. Modificări realizate în vederea forțării funcționării receptorului TV într-un regim special

Modificările de acest tip vizează faptul că un receptor TV modern are o serie de reglaje și comutări automate, care la nivele mici de semnal TV, împiedică recepția curente, dar tipice recepției la mare distanță pot să nu acționeze corect sau să nu fie certe.

În receptoarele recent fabricate, cu scheme electrice clasice, două dintre aceste reglaje (și comutări) automate se pretează la modificări în sensul îmbunătățirii performanțelor în cazul recepției la mare distanță:

- RAA (reglajul automat al amplificării);
- recunoașterea și comutarea automată a sistemului TV în culori.

În cazul receptoarelor de TV cu schemă clasică, amplificarea selectorului de canale se păstrează la nivel maxim până ce semnalul recepționat atinge un anumit prag (de ordinul a 1,5...3 mV). În acel moment, intervine circuitul de RAA care reduce amplificarea selectorului.

În practică, datorită dispersiilor normale (și acceptate) ale valorilor componentelor cit și datorită erorilor de reglaj este posibil ca la semnale mici, deși receptorul se încadrează în normele de fabricație să mai aibă rezerve. Pentru a exploata la maximum toate rezervele de aplicare și în special de zgomot ale receptorului se poate realiza un circuit care să scoată din funcție sistemul de RAA și să-l înlocuiască (pentru partea de selector) cu un circuit reglabil manual funcție de calitatea imaginii recepționate.

În fig. 3.84 se dă schema electrică corespunzătoare acestei modificări față de schema inițială a receptorului se introduce comutatorul  $K_1$  și potențiometrul  $P_1$ . Normal receptorul funcționează cu comutatorul  $K_1$  comutat pe poziția 1 (ca în fig. 3.84). În cazul în care semnalul recepționat este foarte slab, comutatorul  $K_1$ , se comută pe poziția 2 și din potențiometrul  $P_1$  se caută tensiunea pentru care imaginea este optimă. În marea majoritate a cazurilor imaginea obținută astfel este calitativ superioară imaginii obținute cu sistemul de RAA în funcție.

Schema este aplicabilă oricărui receptor TV indiferent de schema sa electrică și poate da rezultate practice sesizabile numai la semnale TV de nivel mic.

În toate receptoarele moderne de TV în culori bisistem, recunoașterea și comutarea receptorului TV pe sistemul pe care se face recepția sint realizate

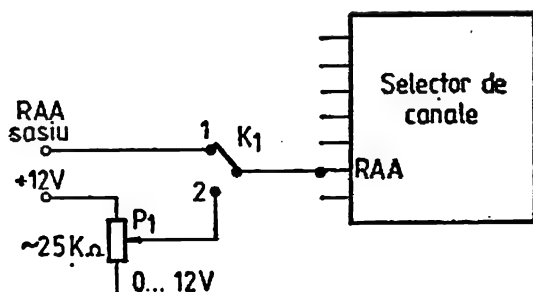
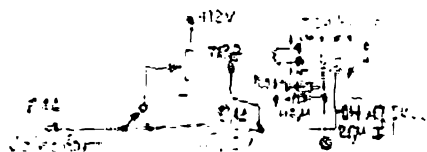


Fig. 3.84. Schema electrică de comutare a circuitului de RAA.



automat. De multe ori, în cazul recepției la mare distanță datorită valorii mici a semnalelor TV comparabile cu zgomotul, circuitele de recunoaștere nu funcționează corect și sistemele de comutare nu acționează ferm, dînd naștere unor comutări necorespunzătoare, de exemplu imagini monocrome (sepia sau albastru în majoritatea cazurilor) sau imagini alb-negru.

Din acest motiv, de multe ori se preferă forțarea sistemului, în sensul că chiar dacă semnalul este relativ mic, la limita de intrare a culorii, dacă receptorul este comutat pentru recepția în culori pe un anumit sistem, el va reda imaginea corectă în culori chiar cînd se recepționează semnale TV de valoare redusă.

În fig. 3.85. a se dă schema electrică a circuitului automat de comutare a sistemului utilizat la receptoarele TV în culori „Telecolor” și „Cromatic”. Dacă la un comutator cu trei poziții se realizează corectările din fig. 3.85 b. rezultă că indiferent de semnalul recepționat sînt trei posibilități:

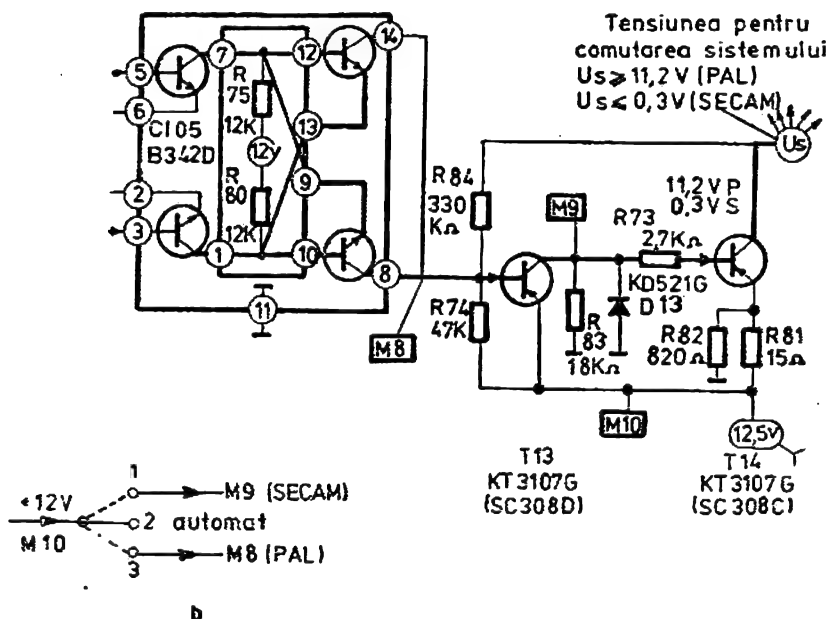


Fig. 3.85. Schema electrică a circuitelor de comutare a sistemelor de TV în culori din receptoarele TV de tip Telecolor (și Cromatic): a — schema de comutare automată; b — schema de conectare a comutatorului de forțare a sistemului.

- comutatorul pe poziția 1, se conectează M10—M9 și receptorul indiferent de conținutul semnalului îl prelucrează ca pe un semnal SECAM;
- comutatorul pe poziția 2, și receptorul continuă regimul de funcționare automată deoarece comutatorul nu este cuplat la alt circuit;
- comutatorul pe poziția 3 (M8—M10), și receptorul se comută corespunzător recepției TV în culori conform sistemului PAL.

# 4.

## Realizarea și exploatarea instalațiilor de recepție TV la mare distanță

Pentru realizarea practică a unei instalații de recepție TV la mare distanță, amatorul trebuie să țină seama de o serie de considerente de natură tehnică, economică, cit și de considerente subiective (opționale).

Cele mai importante date care trebuie cunoscute în momentul stabilirii schemei bloc a instalației sînt:

- canalele TV pe care se recepționează emisiuni în locul respectiv;
- nivelul semnalelor recepționate (măcar sub aspect comparativ) și direcțiile din care se recepționează;
- materialele disponibile pentru realizarea instalației de antenă și calitatea lor (antenă, cablu de coborire, amplificatoare etc.);
- facilitățile dorite la recepție.

Cunoscînd toate aceste date inițiale, instalația poate fi gîndită prin prisma bilanțului său energetic (sau de tensiuni) plecînd de la nivelul semnalului recepționat în antenă.

### 4.1. Bilanțul energetic (de tensiuni), în lanțul instalației de recepție TV

Avînd în vedere că în marea majoritate a cazurilor instalațiilor de recepție TV în general și cele pentru recepția la mare distanță în special se utilizează pentru conectări cabluri coaxiale de 75 ohmi, toate modulele instalației au impedanțele de intrare — respectiv ieșire — de 75 ohmi. Din acest motiv, bilanțul energetic poate fi exprimat simplu și ca bilanț de tensiuni, impedanța de referință fiind aceeași (75 ohmi).

La stabilirea bilanțului de tensiuni de semnal al instalației se pleacă de la schema bloc simplificată a unei instalații de recepție, eventual cu mai multe antene (sau grupe de antene de recepție).

În fig. 4.1. este dată această schemă bloc, pe fiecare element al său notîndu-se aportul la bilanțul energetic. Cu  $A$  s-a notat amplificarea semnalului, iar cu  $\alpha$  atenuarea. Astfel, semnalul captat de către antena cu cîștigul  $G = A_1$  este furnizat în instalație ca tensiune de antenă,  $U_{a1}$  (75 ohmi). Primul tronson de cablu introduce atenuarea  $\alpha_1$ . Semnalul este apoi amplificat de amplificatorul (de canal sau de bandă largă),  $A_2$ , suferă apoi o atenuare, în restul instalației, care dacă are configurația din figură este formată din  $\alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4$  (atenuarea pe tronsoanele de cablu coaxial,  $\alpha_2$  și  $\alpha_4$ , și pe montajul de însuflare a semnalelor de la mai multe antene,  $\alpha_3$ , dacă este cazul).

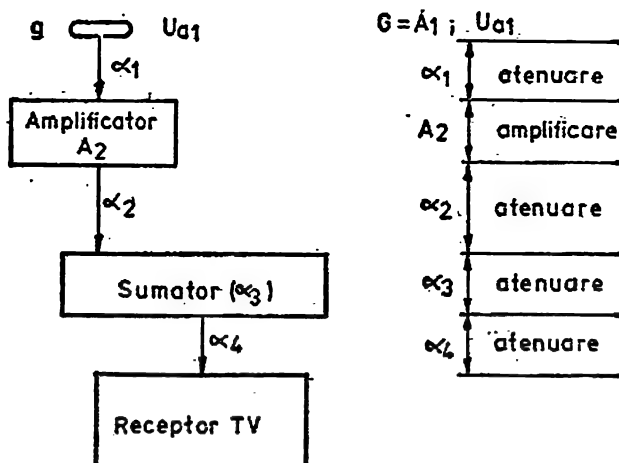


Fig. 4.1. Schema bloc a instalației de recepție TV la mare distanță din punct de vedere al bilanțului energetic.

Evident că instalația poate fi mai simplă cînd nu există însumare de semnale și deci dispar atenuările introduse de sumator și ultimul tronson de cablu ( $\alpha_3$  și  $\alpha_4$ ). De asemenea, instalația poate fi mult mai complexă dacă după sumator se mai introduc de exemplu un amplificator de bandă largă (o nouă amplificare a semnalelor) și un distribuitor la mai multe receptoare TV (o atenuare suplimentară). În acest caz în bilanțul semnalului trebuie introduse noile date, însă principial nu se schimbă nimic în modul de apreciere a nivelului semnalelor TV în lanțul de recepție.

După cum s-a rătat la subcapitolul 2.2, în cazul recepției la mare distanță, cîmpul electromagnetic, respectiv componenta electrică,  $E$  are valori foarte mici, de ordinul zeci-sute de  $\mu\text{V/m}$ .

Tot din literatura de specialitate se mai cunoaște relația aproximativă dintre tensiunea  $U_A$  la bornele unei antene simple în  $\lambda/2$  și intensitatea cîmpului electric care o induce:

$U_A = 0,15 \lambda E$ . În fig. 4.2. se dau nomogramele de transformare  $E$ ,  $U_A$ , funcție de  $\lambda$  (deci de frecvența semnalelor).

Din nomograme rezultă că funcție de frecvență, pentru un cîmp de intensitate  $E$ , cunoscută, rezultă valori diferite pentru tensiunea  $U_A$  indusă în antena  $\lambda/2$ . De exemplu, unui cîmp de  $1 \text{ mV/m}$  îi corespunde o tensiune de circa  $50 \mu\text{V}$  pe canalul 60 UIF (790 MHz) și de circa  $1 \text{ mV}$  pe canalul 1 FIF (50 MHz). De aici reiese și necesitatea utilizării unor antene cu cîștig mai mare în UIF decît în FIF.

În practică, utilizînd antene cu mai multe elemente, deci cu cîștig supraunitar, tensiunea indusă în antenă se va mări proporțional cu cîștigul ei. Astfel, tensiunea indusă într-o antenă în  $\lambda/2$  cu mai multe elemente (antenele Yagi, de exemplu), va avea valoarea  $U_{a1} = G U_A$  unde  $U_A$  este cea din fig. 4.2, iar  $G$  este cîștigul antenei exprimat ca raport (și egal cu amplificarea antenei,  $A_1$ , din fig. 4.1).

Plecînd de la schema bloc din fig. 4.1 rezultă că în condiția unui cîmp electric dat,  $E$ , la bornele antenei se va obține o tensiune  $U_{a1}$ , a cărei mărime pentru un anumit canal TV este funcție de cîștigul antenei,  $G$ . Tensiunea  $U_{a1}$  astfel obținută suferă o atenuare,  $\alpha_1$ , pe primul tronson de cablu, dintre antenă



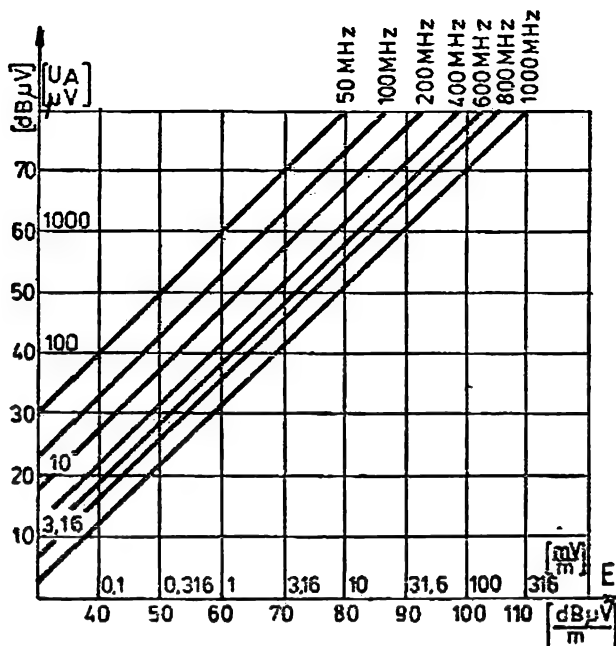


Fig. 4.2. Nomogramme de correspondență intensitate câmp  $E$ , tensiune indusă într-o antenă în  $\lambda/2$  funcție de frecvență.

și amplificator. Semnalul de mărime  $\frac{U_{a1}}{\alpha_1}$  se aplică la intrarea amplificatorului de canal care îl amplifică de  $A_2$  — ori.

În continuare, semnalul suportă o serie de atenuări pe cele două tronsoane de cablu și pe sumator.

În gândirea corectă a bilanțului semnalului în instalație trebuie avut totdeauna în vedere raportul semnal-zgomot al semnalului traficat în respectiva instalație.

Pentru o apreciere practică mai directă trebuie folosite fig. 2.6 care dă corespondența calitatea imaginii — raportul semnal zgomot al semnalului de la intrarea receptorului TV și tabelul 4.1. care dă corespondența tensiune de zgomot — factor de zgomot al unui montaj electronic cu elemente active corespunzător normei OIRT (sau CCIR).

Tabelul 4.1. Corespondența tensiune de zgomot  $U_z$ , factor, de zgomot  $F$

$F$ (dB)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$U_z$ ( $\mu V$ )	1,4	1,73	2	2,4	2,8	3,2	3,7	4,2	4,5	4,6

Din fig. 2.6. rezultă că pentru a se obține o imagine acceptabilă este necesar ca raportul semnal zgomot al semnalului aplicat receptorului să fie de minimum 30 dB. Considerind că circuitele atenuatoare de după amplificator nu înrăutățesc factorul de zgomot al instalației (deci  $A_2 \gg \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4$ ) și că amplificatorul are un factor de zgomot de 5dB, tensiunea de zgomot

rezultă  $2\mu\text{V}$ , iar tensiunea de semnal de la intrarea sa trebuie să fie de minimum  $60\mu\text{V}$  (raportul semnal-zgomot 30 dB).

Considerind în continuare că primul tronson de cablu are atenuare nulă ( $\alpha_1 = 0\text{dB}$ ), rezultă că antena trebuie să asigure o tensiune  $U_{a1} = 60\mu\text{V}$ .

De aici rezultă condiția de alegere a antenei. Presupunind că se recepționează canalul 24 UIF (aproximativ 500 MHz) în condițiile unui cîmp de intensitate  $E = 100\mu\text{V/m}$  la care corespunde o tensiune  $U_A$  (fig. 4.2) de circa  $10\mu\text{V}$ , rezultă că este necesară o antenă cu câștigul de 6 ori (circa 16dB), deci trebuie utilizată o antenă cu 22 elemente (vezi tabelul 3.2.)

Dacă primul tronson de cablu introduce de exemplu o atenuare de 3 dB (raport circa 1,4) pentru a se obține aceeași calitate a imaginii trebuie să se folosească fie un amplificator cu factor de zgomot mult mai bun (în cazul nostru tensiunea aplicată la intrarea amplificatorului va fi  $\frac{60\mu\text{V}}{1,4} \simeq 43\mu\text{V}$  deci pentru a păstra cei 30 dB raport semnal — zgomot,  $U_z \simeq 1,4\mu\text{V}$ , ceea ce conform tabelului 4.1. rezultă un amplificator cu factor de zgomot  $F = 3\text{ dB}$ ) fie să se compenseze pierderea din câștigul antenei (datorită dimensiunii mari a antenei rezultă necesitatea utilizării a două antene sinfazate în loc de una singură).

Din calculul propriu-zis, accesibil după exemplul de mai sus oricărui amator, rezultă o serie de considerente calitative care trebuie să stea la baza stabilirii structurii unei instalații de recepție TV la mare distanță de bună calitate:

- se va utiliza antena cu câștigul cel mai mare care poate fi realizată practic de către amator și căreia i se poate asigura o bună stabilitate mecanică;

- amplificatorul trebuie să fie montat cît mai aproape de antenă, pentru a evita pe cît posibil atenuarea semnalului pe cablul de legătură antenă — amplificator. În vederea minimizării acestei atenuări și sistemele de adaptare și simetrizare antenă — cablu trebuie executate cît mai precis;

- amplificatorul trebuie să aibă un factor de zgomot cît mai bun (limitat evident de calitatea componentelor utilizate cît și de calitatea execuției și a schemei utilizate);

- amplificatorul trebuie să aibă o amplificare cu 10 ... 20 dB mai mare decît atenuarea totală a circuitelor dintre el și receptorul TV ( $\alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4$  din fig. 4.1).

Respectarea acestor patru considerente condiționează strict performanțele instalației de recepție la mare distanță, care lucrează în condiții de cîmp electromagnetic de intensitate mică. Dacă intensitatea cîmpului este mai mare  $\text{mV/m}$ ... zeci  $\text{mV/m}$  atunci se renunță la cerințele cel mai greu de îndeplinit, în primul rînd cele de ordin mecanic, utilizîndu-se antene cu număr de elemente mai mic, mai ușor de realizat și fixat mecanic.

## 4.2. Instalație de bandă largă pentru recepția TV la mare distanță

Un caz puțin mai aparte în practica recepției TV este cel al recepției cu instalație de bandă largă. Amatorul de recepție care utilizează o instalație de acest tip nu urmărește în special recepția unei anumite emisiuni (canal TV cunoscut) ci caută stabilirea unor performanțe urmărind recepționarea oricărui canal TV în orice gamă (FIF sau UIF) și din oricare direcție. Schema bloc

a unei instalații de recepție TV de bandă largă este dată în fig. 4.3.

Așa cum reiese din schemă, instalația cu performanțe bune este realizată din două părți: Partea de recepție propriu-zisă care este formată dintr-o antenă (sau mai multe) de recepție de bandă largă, și un amplificator (sau mai multe) de bandă largă. Partea de acționare mecanică, prin intermediul căreia la o comandă electrică dată de către amatorul de recepție, antena (sau grupul de antene) poate fi rotită complet cu un unghi de  $360^\circ$  sau fixată pe anumite direcții în spațiu.

Schemele utilizate în practica realizării acestor tipuri de instalații sînt extrem de diversificate, iar rezultatele obținute în general pot fi greu comparate datorită caracterului subiectiv al descrierii calității recepției cit și a nereproductibilității condițiilor de recepție în timp.

Din experiența practică a autorului, reiese că o instalație performantă de recepție de acest tip poate fi realizată ținînd seamă de următoarele recomandări:

1 — Se vor utiliza pentru recepție antene de bandă largă, cu cîștig mare și gabarit redus, cite una pentru una sau chiar două benzi de canale TV. De exemplu:

— o antenă Yagi cu 3...6 elemente, de bandă largă sau de canal 4OIRT pentru recepția canalelor 1...5OIRT (banda 50...100 MHz). O astfel de antenă asigură un cîștig de 5...8dB în benzile 1—2 FIF—OIRT avînd în același timp și un gabarit relativ redus și putînd fi astfel montată pe suportul mecanic rotativ al instalației;

— o antenă cu cîștig de 6...10dB pentru banda 3FIF, care poate fi și o antenă de canal 11 FIF—OIRT, cu 4...10 elemente;

— o antenă de bandă largă cu 8...14 dB cîștig în UIF, care poate fi o antenă în „X” sau chiar o antenă Yagi cu 8...20 elemente acordată pe canalul superior UIF în care se recepționează semnal TV.

2 — Amplificatoarele utilizate vor fi de bandă largă și zgomot cit mai redus. De preferat este utilizarea unor amplificatoare de bandă largă de tipul celor descrise la paragraful 3.2.4 cu factor de zgomot cit mai mic în gama respectivă de frecvențe. Acest deziderat poate fi realizat prin utilizarea unor tranzistoare de tip BFR91 (sau echivalente) în etajul de intrare al amplificatoarelor.

De asemenea, pentru o bună recepție a semnalelor de nivel mic în prezența semnalelor de nivel mare este necesar ca amplificatoarele să fie cit mai bune din punct de vedere al modulației încrucișate, ceea ce implică utilizarea în amplificatoarele de bandă largă în etajele II și III a unor tranzistoare de curent și frecvență de tăiere mari de tip BFY90, 2N4957, BFW92, BFR92, etc., la curenți de minimum 10mA.

3 — Conectarea antenelor la amplificator (amplificatoare) poate fi realizată în două moduri, ca în fig. 4.4 a și b.

În fig. 4.4 a este dată schema bloc a unei instalații de bandă largă care utilizează un singur amplificator și trei antene de recepție. Semnalele celor

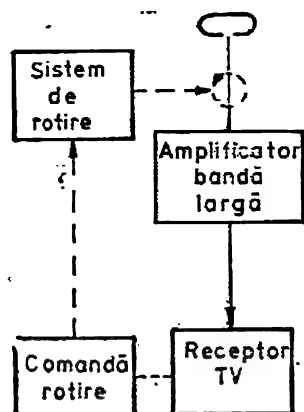


Fig. 4.3. Schema bloc de principiu a instalației de bandă largă pentru recepția la mare distanță.

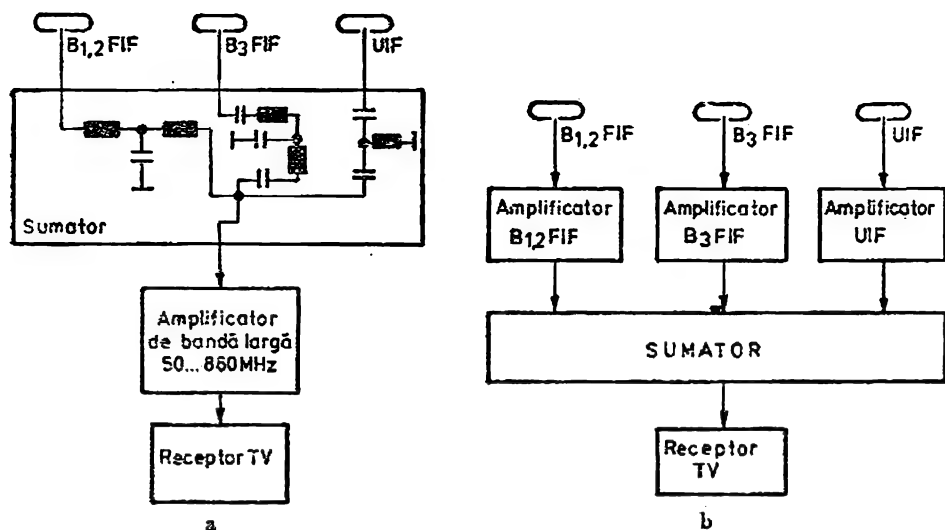


Fig. 4.4. Schema bloc a instalației electrice cu trei antene de recepție:  
a — cu un singur amplificator de bandă largă în toată banda 50...860 MHz;  
b — cu amplificatoare separate pentru o bandă (sau două) de TV.

trei antene sînt însumate printr-un sumator: un filtru „trece jos” pentru benzile 1 și 2 FIF (canalele 1...5), un filtru „trece bandă” pentru banda 3 FIF (canalele 6...12) și un filtru „trece sus” pentru gama de UIF.

Caracteristica amplitudine — frecvență a sumatorului este dată în fig. 4.5.

În fig. 4.4 b este dată schema bloc a unei instalații de recepție de bandă largă cu amplificator pentru fiecare bandă (sau două benzi) de canale TV.

Din compararea schemelor cit și a rezultatelor practice obținute cu cele două tipuri de instalații, rezultă că instalația din fig. 4.4 a (cu un singur amplificator) este mai economică, însă dă rezultate mai slabe în practică. Cu instalația din fig. 4.4. b se obțin rezultate practice mai bune, însă necesită 3 amplificatoare de calitate în loc de unul.

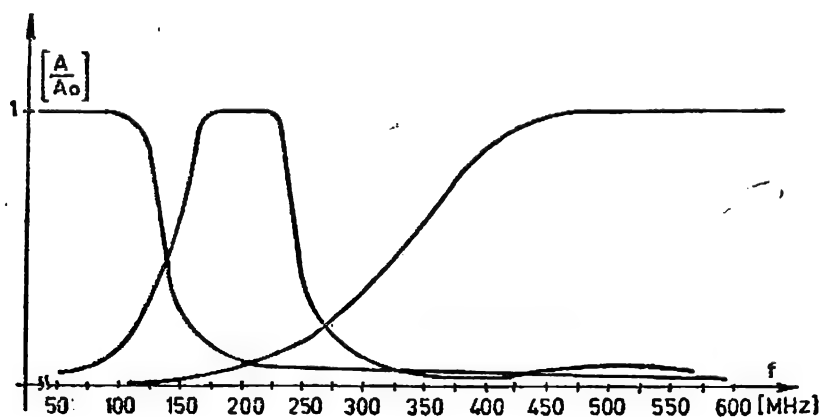


Fig. 4.5. Caracteristica amplitudine — frecvență a sumatorului de semnale pentru 3 benzi de frecvență.

Filtrele de însumare din ambele instalații pot fi realizate conform recomandărilor de la subcapitolul 3.5.

În cazul în care prin comutări electrice, opționale amatorul de recepție poate comanda funcționarea numai a unuia dintre cele trei amplificatoare, rezultatele sînt net superioare instalației din fig. 4.4. a, fenomenele de modulație încrucișată fiind reduse foarte mult.

4 — Sistemul mecanic de rotire trebuie să asigure o rotire lentă (treizeci de secunde...2 minute o rotire completă) pentru a asigura un timp de stabilire și observare a imaginii suficient de mare pentru comanda stopării rotirii pe orientarea optimă.

În acest caz este de preferat utilizarea unui sistem automat de orientare la care sistemul de antene caută orientarea optimă pe fiecare semnal recepționat (de exemplu, se utilizează semnalul RAA ca indicator de acord corect-semnal RAA maxim, orientare optimă).

5 — Amplificarea asigurată de amplificatorul de bandă largă, sau fiecare dintre cele trei amplificatoare în parte, trebuie să fie mai mare cu cel puțin 20dB decît atenuarea totală a circuitului de pină la receptorul TV. De asemenea, trebuie introduse circuite de atenuare (rejecții) pe frecvențele canalelor TV locale care sînt recepționate cu nivel mare de semnal. Aceste circuite se realizează conform indicațiilor de la subcapitolul 3.6 și se montează înaintea primului etaj amplificator, pentru a împiedica modulația încrucișată cit și blocarea receptorului TV datorită semnalului prea mare livrat de către amplificatorul de bandă largă.

Avînd în vedere recomandările de mai sus și în funcție de considerente în special de ordin economic, instalațiile de bandă largă pentru recepția la mare distanță pot fi realizate și în variante mai simplificate, cu reducerea corespunzătoare a performanțelor. Astfel:

- se poate utiliza o singură antenă de recepție pentru întreaga gamă de FIF (canalele 1...12), respectiv se modifică și structura sumatorului folosindu-se două filtre, un „trece sus” pentru UIF și un „trece jos” pentru FIF);

- în lipsa unui sistem mecanic adecvat de rotire a antenei se pot folosi antene de directivitate mică (unghiuri mari de deschidere) orientate fix în direcțiile pe care densitatea de semnale TV în gama respectivă este cea mai mare.

### 4.3. Instalație de recepție la mare distanță pentru un canal TV

În cazul în care amatorul de recepție TV urmărește recepționarea (la mare distanță) a unuia sau mai multe emisiuni TV emise pe anumite canale cunoscute și despre care cunoaște de asemenea aproximativ nivelul semnalului, cit și direcția de recepție (orientarea antenei) se pot utiliza cu rezultate foarte bune instalații de recepție de canal TV.

O astfel de instalație permite recepționarea unuia sau mai multor canale TV, pentru fiecare dintre ele însă, prima parte a instalației fiind practic independentă și realizată în vederea recepționării numai a acelui canal TV.

Schema bloc a unei astfel de instalații este cea din fig.4.1. Pentru fiecare canal ce urmează a fi recepționat se utilizează cite o antenă de cîștig cit mai mare și un amplificator (eventual și convertor de canal TV). După această prelucrare a semnalelor ele pot fi însumate în vederea economisirii cablului coaxial cit și a simplificării operației de comutare a receptorului de pe un canal pe altul.

Gîndirea structurii instalației se face pentru fiecare canal în parte, avînd în vedere bilanțul energetic (de tensiuni) ale semnalului canalului respectiv, așa cum s-a arătat la subcapitolul 4.1.

Deoarece în acest caz antenele sînt fixe, ele pot fi realizate de gabarite mai mari și deci cu cîștiguri mari pe canal. În consecință și rezultatele obținute cu astfel de instalații sînt superioare rezultatelor obținute cu instalații de bandă largă.

La realizarea unei instalații de recepție TV la mare distanță pentru un canal TV, sau mai exact pentru anumite canale TV, trebuie să se țină seamă de următoarele recomandări (unele dintre ele fiind deja cunoscute de la cap. 3).

— 1. Se va folosi o antenă de recepție de canal cu cîștig cît mai mare, deci cu un număr de elemente cît mai mare. În cazul în care cu o singură antenă nu se pot obține rezultate corespunzătoare se pot utiliza două sau chiar patru antene sinfazate (recomandare valabilă datorită gabaritelor instalației numai pentru canalele benzii 3 FIF și canalele UIF).

— 2. Amplificatorul utilizat trebuie să fie montat cît mai aproape de antena de recepție și să aibă un factor de zgomot cît mai mic. De asemenea, amplificarea sa trebuie să depășească cu minimum 10...20dB atenuarea instalației dintre el și receptorul TV.

— 3. În cazul recepționării și însumării a mai multe semnale TV trebuie avute în vedere și următoarele cerințe necesare bunei funcționări a unui receptor TV uzual:

— toate semnalele însumate și aplicate simultan receptorului trebuie să fie de valori aproximativ egale și cuprinse în gama de 1...10mV; — între două semnale TV aplicate simultan se recomandă să se asigure un ecart mai mare de 16 MHz (două canale TV). În cazuri extreme se pot utiliza și ecarteri de 16 MHz însă în acest caz nivelele semnalelor nu trebuie să depășească 5 mV pentru a se evita modulația încrucișată. În nici un caz nu se pot însuma semnale de pe canale adiacente (ecart de 1,5MHz).

#### 4.4. Instalații tipice de recepție TV la mare distanță

Pentru a ilustra mai bine modul de stabilire a schemelor bloc a instalațiilor de recepție TV în funcție de condițiile locale de recepție, în cele ce urmează se dau cîteva cazuri tipice de recepție și instalațiile corespunzătoare lor.

##### 4.4.1. Instalație de recepție a unor canale TV distanțate în frecvență și de nivele diferite

Pentru exemplificare se presupune că în locul respectiv se recepționează următoarele canale:

— canalul 4 cu nivel de cîmp de circa 50mV/m, deci peste 50 mV pe o antenă dipol  $\lambda/2$ ;

— canal 11 cu nivel de cîmp de ordinul a 300 $\mu$ V/m, deci circa 80 $\mu$ V pe o antenă dipol  $\lambda/2$ ;

— canal 24 cu nivel de cîmp de ordinul a 300 $\mu$ V/m, deci circa 30 $\mu$ V pe o antenă  $\lambda/2$ .

În acest caz, pentru cele trei canale recepționate se va folosi o instalație de antenă cu următoarea structură:

a. Din motive de protecție la perturbații și pe canalul 4 se va folosi o antenă de canal cu 3 elemente, cu câștig de circa 5dB (aproape de 2 ori) — vezi tabel 3.2. În acest caz nivelul semnalului TV la borna de antenă va fi de circa 100 mV. Întrucât semnalul este foarte mare, el trebuie redus cu un atenuator  $\pi$  rezistiv (vezi fig. A2 și tabelul A4) de 20dB. Datorită atenuării sale cit și a restului circuitului, nivelul va fi redus la circa 10mV. În continuare, semnalul va fi aplicat sumatorului și anume filtrului „trece jos” pentru benzile 1,2 TV ca în fig. 4.6.

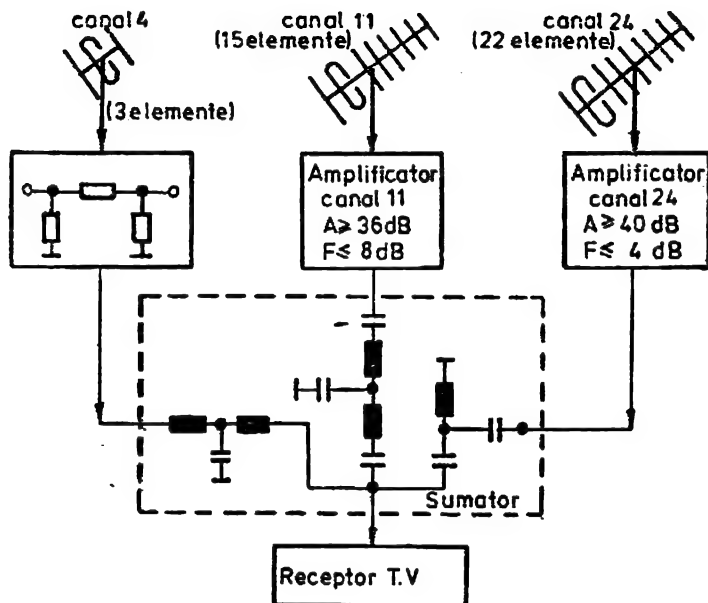


Fig. 4.6. Schema bloc a instalației de recepție TV pentru trei canale distanțate în frecvență și de nivele diferite.

Pentru acest canal n-au fost luate în considerare atenuările semnalului în instalație, deoarece la frecvența canalului 4 atenuare pe cablul coaxial este relativ redusă (maximum 10dB la 100 m — tabelul 2.1).

b. Pentru canalul 11, unde nivelul semnalului este de circa 80μV pe o antenă dipol  $\lambda/2$  se va folosi în instalație o antenă Yagi de 14...16 elemente cu un câștig de 12 dB (tabelul 3.2) deci de circa 4 ori. În acest caz nivelul semnalului la borna de antenă va fi de circa 320μV. Pentru a obține o imagine foarte bună, vezi fig. 2.6, trebuie ca raportul semnal-zgomot să fie mai mare de 40dB, deci este necesar un amplificator cu un factor de zgomot de maximum 6...8dB (vezi tabelul 4.1.) ceea ce înseamnă un amplificator obișnuit, realizat cu tranzistoare uzuale de tip BF272, BF 509, BFY90, 2N4957, sau chiar BF 199, conform indicațiilor de la sub capitolul 3.2.

Se presupune că toată lungimea cablului de coborîre de la amplificator la receptorul TV nu depășește 50m și că atenuarea filtrului „trece bandă” din sumator este de maximum 3dB. În acest caz, pentru a asigura la receptorul TV un semnal comparabil cu cel de pe canalul 1 (cîtiva mV) este necesar deci ca amplificatorul să aibă o amplificare de ordinul a 36 dB (10

dB pentru compensarea pierderilor și 26dB — 20 ori pentru ridicarea nivelului semnalului de la 320V la circa 6mV).

De remarcat faptul că în cazul în care se utilizează o antenă cu numai 6 elemente, câștigul va fi de 8 dB, deci de 2,5 ori, semnalul furnizat de antenă va fi de 200μV. În acest caz, pentru obținerea aceleiași raport semnal-zgomot, deci aceeași calitate a imaginii, trebuie ca amplificatorul să aibă un factor de zgomot de ordinul a 3...4 dB, ceea ce implică utilizarea unor tranzistoare speciale de zgomot mic și în general utilizarea unor amplificatoare mai pretențioase.

c. Pentru recepția canalului 24 se va folosi o antenă Yagi cu 22 elemente și câștig de circa 16dB (6,4 ori). În acest caz semnalul furnizat de antenă va fi de ordinul a 200μV. Pentru a asigura o recepție bună, trebuie ca raportul semnal-zgomot să fie de minimum 40dB (fig.2.5) deci conform tabelului 4.1 este necesar în acest caz utilizarea unui amplificator cu un factor de zgomot de maximum 4dB, greu de realizat la nivel de amator.

Considerând atenuările ulterioare de pe circuit de ordinul a 10dB (cablul lung de coborire — 50 m), rezultă că pentru a asigura la receptorul TV un nivel de semnal de ordinul a 6mV comparabil cu semnalele de pe celelalte canale este necesar ca amplificatorul să aibă o amplificare de circa 40dB (10dB pentru compensarea pierderilor și 30 dB — 30 ori necesari ridicării nivelului semnalului de antenă de la 200 μ V la 6mV).

Ca observație trebuie remarcat faptul că în cazul în care se utilizează un sistem de patru antene sinfazate de câte 22 elemente, câștigul lor va fi de circa 22 dB (12,5 ori) deci semnalul de la antenă va atinge o valoare de ordinul a 375 μ V. În acest caz, pentru asigurarea aceleiași calități a imaginii este suficientă utilizarea unui amplificator uzual de 7...8dB factor de zgomot, realizabil la nivel de amator, cu tranzistoare uzuale.

#### 4.4.2. Instalație de recepție a unor canale TV din care unele de frecvențe apropiate

Pentru exemplificare se presupune că în locul respectiv se recepționează următoarele canale:

- canalul 5 cu un nivel de cîmp de circa 10 mV/m, deci aproximativ 5mV pe o antenă dipol  $\lambda/2$ ;
- canal 7 cu un nivel de cîmp de circa 300 μ V/m, deci aproximativ 80 μ V pe o antenă dipol  $\lambda/2$ ;
- canal 9 cu un nivel de cîmp de circa 500 μ V/m, deci aproximativ 100 μ V pe o antenă dipol  $\lambda/2$ ;
- canal 24 cu un nivel de cîmp de circa 300 μ V/m deci aproximativ 30 μ V pe o antenă dipol  $\lambda/2$ ;
- canal 25 cu un nivel de cîmp circa 150 μ V/m, deci aproximativ 13 μ V pe o antenă dipol  $\lambda/2$ .

În acest caz, în afara problemelor propriu-zise puse de nivelele relativ mici ale semnalelor recepționate apar și probleme legate de apropierea în frecvențe a acestor canale.

Funcție de opțiunea amatorului și de posibilitățile tehnice, instalația de recepție poate fi realizată în două moduri. Cel mai simplu din punct de vedere tehnic este să se realizeze două instalații de recepție independente la care cele două perechi de canale apropiate 7, și 9, respectiv 24 și 25 să fie recepționate separat. De exemplu, o instalație de recepție pentru canalele 5,7 și 24 și o instalație de recepție pentru canalele 9 și 25.



Un mod mai complicat de realizare este acela prin care unul dintre canalele apropiate este convertit în alt canal.

Oricare dintre soluții este utilizată rămân de rezolvat însă problemele de recepție pe fiecare canal în parte. În fig. 4.7. este dată schema bloc a instalației de recepție pentru situația mai sus menționată, în varianta cea mai complexă (cu canale tranzlate).

La stabilirea schemei instalației nu se mai ține seama de atenuările cablurilor de coborire (și conectare între blocurile funcționale), atenuarea

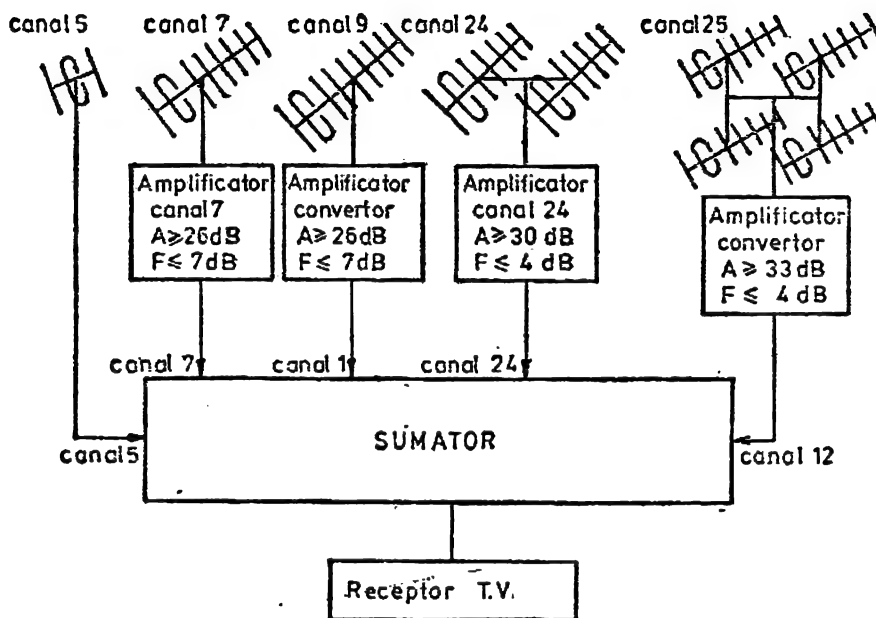


Fig. 4.7. Schema bloc a instalației de recepție TV pentru cinci canale TV dintre care unele de frecvență apropiate și nivel de semnale diferite.

lor fiind mică. De asemenea, nu se ține seama de atenuarea introdusă de sumator (inferioară a 3 dB).

a) Pentru canalul 5 se folosește o antenă cu 3 elemente, din motive de protecție la perturbații (datorită directivității antenei se elimină o serie de perturbații ale căror surse sînt pe direcții mult diferite de cea a emițătorului TV). Cîștigul antenei este de 5 dB deci aproximativ de 2 ori. În acest caz semnalul furnizat de antenă este de 10 mV și se aplică direct sumatorului.

b) Pentru canalul 7 se utilizează o antenă Yagi cu 10...12 elemente, deci un cîștig de circa 11 dB (de 3,5 ori) ceea ce face ca semnalul la borna de antenă să fie de ordinul a 280  $\mu$ V.

Pentru a avea o recepție de bună calitate este necesar ca raportul semnal-zgomot să fie mai mare de 40dB, deci (conform tabelului 4.1) este necesar să se utilizeze un amplificator cu factorul de zgomot de maximum 7dB, ceea ce înseamnă un amplificator obișnuit realizat cu tranzistoare uzuale. Amplificarea semnalului trebuie să fie de minimum 26dB, pentru a-l aduce la un nivel de 5...6 mV la borna de antenă a receptorului TV.

c — Pentru canalul 9, datorită nivelului de semnal comparabil cu cel al semnalului de pe canalul 7 se va folosi o instalație de recepție foarte ase-

mânătoare: o antenă cu 10...12 elemente și un amplificator asemănător, de minimum 26 dB și factor de zgomot de maximum 7 dB.

Avind în vedere că instalația trebuie să permită recepția simultană a celor două programe apare necesitatea translatării unuia dintre ele în alt canal. Se preferă translatarea semnalului de pe canalul 9 pe canalul 1 (sau 2).

În acest caz se va avea în vedere ca performanțele amplificatorului de canal 9 să fie asigurate de complexul amplificator — convertor (canal 9 — canal 1).

d — Pentru canalul 24 se va folosi exact ca în cazul de la punctul 4.4.1. c o antenă Yagi de 22 elemente, cu câștig de 16dB (6,3 ori) și un amplificator cu factor de zgomot de maximum 4dB sau un sistem de 2 sau 4 antene sinfazate de 22 elemente și un amplificator cu un factor de zgomot de maximum 7dB, mai ușor realizabil în condiții de amator. Amplificarea necesară este de circa 30 dB.

e — Pentru recepția canalului 25 se va folosi obligatoriu un sistem de 4 antene Yagi cu 22 elemente, sinfazate, care pot asigura un câștig de 22 dB (12,5 ori).

În acest caz, nivelul semnalului recepționat va fi de ordinul a  $160 \mu V$ . Pentru asigurarea unei calități corespunzătoare a imaginii recepționate (peste 40dB raportul semnal-zgomot) este necesar să se utilizeze pentru acest canal un amplificator cu un factor de zgomot de maximum 4dB. Amplificarea necesară este de ordinul a 33 dB.

Pentru ca programul canalului 25 să poată fi recepționat în prezența programului de pe canalul 24 este necesar ca unul dintre aceste canale, preferabil canalul 25 să fie convertit în canalul 12 FIF (eventual 11), datele grupului amplificator 25, convertor canal 25 — canal 12, urmînd să fie corespunzătoare cerințelor de mai sus: amplificare globală mai mare de 33 dB și factor de zgomot maximum 4 dB.

Referitor la această instalație mai trebuie comentate următoarele aspecte legate de realizarea ei practică:

— Dacă direcțiile de propagare ale semnalelor de frecvențe apropiate (canal 7 și canal 9) sînt apropiate (un unghi mai mic de  $30^\circ$  între ele) se poate utiliza pentru recepția lor o singură antenă (de canal 9) și un singur amplificator de bandă largă (pentru gama 183...200 MHz), simplificînd considerabil instalația.

— În general cu un receptor TV standard nu se pot recepționa canale TV adiacente. Din acest motiv cele două canale 24 și 25 pot fi recepționate cu instalația din fig. 4.7 numai în cazul în care direcțiile pe care se recepționează diferă cu mai mult de  $30^\circ$  și deci cu niște sisteme de antene sinfazate cele două canale pot fi separate și semnalele lor prelucrate separat ca în fig. 4.7.

În caz contrar, dacă separarea nu se poate face deja în antenă, cele două semnale se vor perturba reciproc fie în cazul semnalului amplificat direct, fie în cazul semnalului convertit.

#### 4.4.3. Instalație de recepție cu relee pasive

Deși nu sînt caracteristice recepției la mare distanță, sînt cazuri în care datorită reliefului, în anumite zone recepția TV este aproape imposibilă datorită nivelului mic al semnalului.

În aceste cazuri, deși manifestarea este asemănătoare cu cea a recepției la mare distanță, rezolvarea este totuși diferită. În fig. 4.8 și fig. 4.9. sînt date

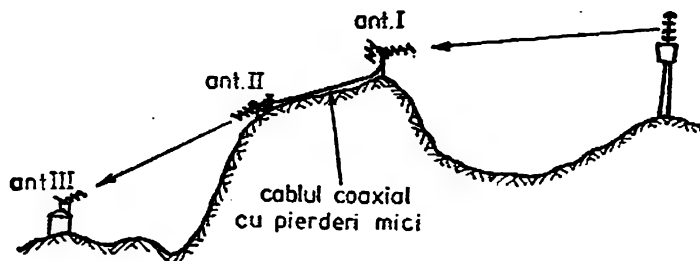


Fig. 4.8. Releu pasiv de „ocolire“ a unui obstacol.

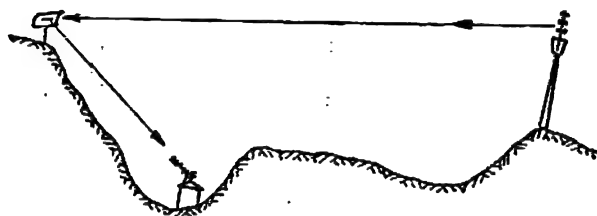


Fig. 4.9. Recepția TV în zona de „umbră“ cu ajutorul unui sistem de reflectare a cîmpului electromagnetic.

cele două soluții constructive care asigură recepția în zonele de „umbră“ ale semnalului TV. În fig. 4.8 este dat cazul în care între emițător și receptor se interpune un obstacol natural (poate fi și artificial) care face imposibilă recepția. În acest caz, pentru recepție se utilizează 3 antene de canal în loc de una. Pe obstacolul respectiv se montează două antene identice, de câștig cit mai mare. Antena I este receptoare: ea captează cîmpul TV transmis de emițător și prin cablul coaxial de pierderi mici îl transmite la antena II care îl emite la rîndul său, directiv spre antena III de recepție propriu-zisă.

Cu o astfel de instalație, în cazul unor obstacole de dimensiuni (lățime) relativ mici, zeci de m, utilizînd un cablu de bună calitate și antene directive, pierderile în releul pasiv (antena I — antena II) sînt de circa 20...30 dB.

În cazuri extreme, cînd distanța dintre antenele I și II este relativ mare, zeci...sute m și semnalul recepționat chiar de antena I este de valoare relativ mică (mai mic sau de ordinul milivoltilor) între cele două antene, pe cablul coaxial se intercalează un amplificator de canal cu amplificarea suficient de mare pentru a compensa pierderile sistemului. În acest caz cea mai dificilă problemă tehnică este asigurarea alimentării amplificatorului, avînd în vedere că totuși obstacolul se află la o distanță destul de mare de receptor (km).

În fig. 4.9 este dată situația în care receptorul poate primi un semnal reflectat pe un sistem reflector special realizat în acest scop. Evident că profilul reliefului diferă în acest caz de cel precedent.

Sistemul de reflexie poate fi realizat practic conform detaliilor constructive date în fig. 4.10. Așa cum reiese din figură sistemul este

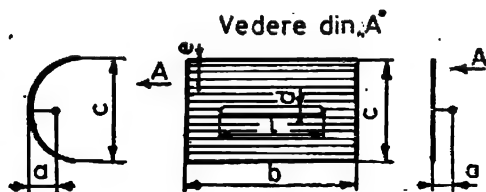


Fig. 4.10. Detaliile constructive ale sistemului de reflexie utilizat în situația din fig. 4.9.

format dintr-un element activ, dipolul, și un element pasiv, reflectorul, care poate fi realizat în două moduri: cu un profil circular (segment de cilindru) sau plan. În primul caz atenuarea sistemului este de ordinul a 36 dB iar în cel de al doilea caz este de ordinul a 40dB Dimensiunile constructive ale sistemului de reflexie sint date în tabelul 4.2.

**Tabelul 4.2** Dimensiunile sistemului de reflexie din fig. 4.10

Canalul TV	Dipolul (mm)		Reflectorul (mm)			
	1	$\sigma$ d	a	b	c	$\epsilon_{min}$
1 ... 5	4 000	50	1 250	6 000	2 800	150
6, 7, 8	1 450	42	400	2 200	1 100	70
9 ... 12	1 250	42	350	1 950	950	60
21 ... 28	550	32	150	850	430	40
29 ... 39	525	32	142	820	410	30
40 ... 60	585	32	105	620	330	20

Și acest sistem de recepție ca și precedentul, datorită pierderilor mari (peste 30 dB) este utilizabil numai în situația în care mărimea cimpului în locul unde este montat sistemul de reflexie depășește cîtiva mV/m.

#### 4.5. Recomandări practice cu privire la realizarea și exploatarea instalațiilor de recepție TV la mare distanță

Referitor la realizarea, performanțele obținute și exploatarea în timp a instalațiilor de recepție TV la mare distanță există un folclor tehnic foarte bogat, favorizat așa cum s-a mai arătat în lucrare, de către o serie de factori obiectivi și subiectivi dintre care cei mai importanți sint:

- variația în timp a nivelului semnalului recepționat datorită modificării condițiilor de propagare;
- condițiile locale diferite de recepție ale diferitelor instalații de recepție la mare distanță;
- subiectivismul aprecierii organoleptice a calității imaginii și sunetului; etc.

În cele ce urmează se dau cîteva criterii de apreciere a nivelului semnalului recepționat cit și o serie de recomandări practice referitoare la realizarea, montarea și exploatarea instalațiilor de recepție TV la mare distanță.

##### 4.5.1. Aprecierea nivelului cimpului electromagnetic (componenta electrică) cu un receptor TV portabil

În vederea aprecierii nivelului cimpului electric recepționat într-un anumit loc poate utiliza un receptor TV (portabil) cu o antenă dipol simplu în  $\lambda/2$ . Avînd în vedere corespondența factor de zgomot — tensiunea de zgomot a unui receptor TV OIRT (tabelul 4.1) cit și corespondența raportul semnal/zgomot — calitatea imaginii (fig. 2.6) rezultă tabelul 4.3, în care se dă corespondența dintre nivelul de semnal recepționat cu o antenă  $\lambda/2$  și calitatea imaginii obținută pe un receptor TV portabil, standard, cu selector

**Tabelul 4.3. Corespondența calitatea imaginii — nivelul semnalului recepționat cu antenă telescopică proprie pe un receptor TV portabil standard (cu selector cu tranzistoare bipolare)**

Canale TV	Imagine la limita de recepție S/Z = 10...16 dB	Imagine foarte zgomotoasă S/Z = 16...20 dB	Imagine zgomotoasă S/Z = 20...30 dB	Imagine acceptabilă S/Z = 30...36 dB	Imagine bună S/Z = 36...40 dB	Imagine foarte bună S/Z = 40...46 dB	Imagine excelentă S/Z = 46 dB
benzile 1 și 2 FIF	7,5...17 $\mu$ V	16...28 $\mu$ V	28...80 $\mu$ V	80...170 $\mu$ V	170...280 $\mu$ V	280...600 $\mu$ V	> 600 $\mu$ V
banda 3 FIF	9...20 $\mu$ V	20...35 $\mu$ V	35...100 $\mu$ V	100...200 $\mu$ V	200...350 $\mu$ V	350...700 $\mu$ V	> 700 $\mu$ V
UIF	14...30 $\mu$ V	30...50 $\mu$ V	50...150 $\mu$ V	150...300 $\mu$ V	300...500 $\mu$ V	500...1 000 $\mu$ V	> 1 mV

cu tranzistoare bipolare. De menționat următoarele două observații referitoare la acest tip de apreciere a nivelului semnalelor:

— în cazul utilizării unui receptor TV cu selector de canale cu tranzistoare MOS-FET de zgomot mic, toate valorile semnalelor din tabel vor fi reduse cu circa 30% (sau cu 1/3);

-- uzual, pentru aprecierea nivelului local al semnalului recepționat nu se folosesc antene dipol  $\lambda/2$  de canal ci chiar antena telescopică a receptorului, acordată pe canalul recepționat. Rezultatele obținute astfel nu variază semnificativ față de situația inițială.

#### 4.5.2. Stabilirea structurii instalației de recepție TV la mare distanță — în funcție de nivelul de semnal local

În subcapitolele 4.2. și 4.3. s-a indicat modul de stabilire a structurii instalației de recepție la mare distanță, în funcție de nivelul de semnal recepționat și ținând seama de limitele tehnice (și materiale) ale amatorului de recepție la mare distanță.

În cele ce urmează, în tabelul 4.4 se indică structura instalației de recepție TV la mare distanță în funcție de calitatea imaginii recepționate local cu un receptor TV portabil, pe antena proprie. Trebuie menționat că tabelele respective au numai un caracter orientativ și că la stabilirea structurii instalației s-a plecat de la faptul că se va utiliza antena (sau sistemul de antene) Yagi cu câștigul cel mai mare, realizabilă la nivel de amator pentru gama respectivă. În cazul în care în instalație se folosesc altfel de antene, trebuie ca acestea să asigure minimum nivelul câștigului antenei (sau sistemului) de tip Yagi.

Se reamintește amatorilor că prin recepția locală cu un receptor TV portabil se înțelege imaginea recepționată cu receptorul respectiv amplasat cât mai aproape de viitoarea poziție a antenei de recepție (deci pe acoperișul casei pe platforma superioară a blocului de locuințe).

Această măsurare, deși nu obiectivă dă totuși o informație asupra nivelului local al semnalului TV care urmează a fi recepționat. Este recomandabil ca în cazul semnalelor de nivel mic verificarea să se facă în mai multe rinduri, în zile diferite și la ore diferite pentru ca informația să fie cât mai realistă.

**Tabela 4.4. Structura instalației de recepție TV la mare distanță funcție de calitatea imaginii recepționate cu un receptor TV portabil pe antena telescopică proprie**

Calitatea imaginii	Antenă		Amplificator F (dB)	Observații
	Nr. de elemente	(Gt <sub>tbl</sub> (dB)		
Imagine foarte zgomotoasă (gren inteligibilă)	6 (benzile 1 și 2 FIF)	8 (14)*	max. 4	Amplificatoarele cu zgomot mic pot fi realizate numai cu tranzistoare speciale (vezi cap. 3)
	15 (banda 3 FIF)*	12(18)*		
	22 (UIF)*	16(22)*		
Imagine zgomotoasă	6 (benzile 1 și 2 FIF)	8	5	Amplificatoare cu factor de zgomot de ordinul a 5 dB pot fi realizate și cu tranzistoare uzuale (vezi cap 3)
	16 (banda 3 FIF)	12		
	22(UIE)	16		
Imagine acceptabilă	4...6 (benzile 1 și 2 FIF)	6...8	6	Dacă se utilizează amplificatoare cu factor de zgomot foarte mic 3...5 dB numărul de elemente al antenei poate fi redus
	9...12 (banda 3 FIF)	9...11		
	12...16 (UIF)	11...12		
Imagine foarte bună	3 (benzile 1 și 2 FIF)	5	7	Se utilizează amplificatoare numai dacă lungimea cablului de coborire de la antenă este mare (peste 25 m), sau se utilizează pe circuit sumatoare cu pierderi mari
	3...5 (banda 3 FIF)	5...7		
	5...7 UIF	7...8		

\* Se recomandă utilizarea unui sistem de 2...4 antene sinfazate, al căror câștig este dat în paranteză.

#### 4.5.3. Recomandări cu privire la execuția, montarea și orientarea antenelor unei instalații de recepție la mare distanță

Așa cum s-a mai subliniat la cap. 3, antena de recepție condiționează în principal calitatea imaginii în cazul recepției TV la mare distanță.

Din acest motiv, antena aleasă pentru a fi utilizată în instalația de recepție trebuie să asigure performanțele necesare bunei recepții și în special să fie verificată în practică, având în vedere faptul că de multe ori „moda” a impus utilizarea unor antene de recepție cu performanțe necorespunzătoare. În cele ce urmează, referirile se vor face la antenele Yagi, cele mai utilizate antene de recepție TV, ale căror performanțe au fost verificate și confirmate de-a lungul anilor în practica recepției TV (și devenite astfel — antene de referință).

a. Pentru realizarea antenelor se poate utiliza orice fel de metal în bare (sau țevi) de orice profil. Din punct de vedere al materialului utilizat s-a impus alumiuniul, care față de celelalte metale prezintă două avantaje majore: are greutate mică (deci structura mecanică de fixare este mai ușor de realizat) și rezistă foarte bine în timp la acțiunea factorilor mediului înconjurător (datorită stratului de oxid de aluminiu protector care se formează pe suprafața sa).

Din punct de vedere al profilului barelor, se recomandă utilizarea țevii de profil circular care prezintă avantajul unei foarte bune rezistențe mecanice în condiția unei greutateți reduse.

În practică se poate utiliza orice fel de profil de bară cu condiția ca secțiunea sa să se înscrie într-un pătrat cu latura de maximum:

— 12 mm, pentru antenele de canal pentru benzile 1 și 2 FIF (canalele 1...5);

— 10 mm, pentru antenele de canal pentru banda 3 FIF (canalele 6...12);

— 8 mm., pentru antenele de canal pentru canalele UIF (recomandabil 6 mm pentru canalele 30...69).

b. Fixarea elementelor antenelor trebuie să fie făcută pe o bară metalică din același material ca cel folosit la execuția lor, pentru ca la contactul între elemente și bară să nu apară în prezența umidității potențiale electrochimice care pot duce la apariția unor coroziuni și implicit la „izolarea” electrică a elementelor.

Tot pentru evitarea acțiunii electrochimice de corodare în timp se recomandă ca și la contactele cablu-antena să se ia măsuri speciale de protecție. Astfel, se recomandă ca terminalele libere ale cablului de coborire (și ale buclei de adaptare) să fie cositorite și lipite cu aliaj de lipit (Sn, Pb) la două șaibe sau papuci, la rîndul lor cositoriți cu un strat gros de cositor și apoi strinse foarte tare cu șuruburi la elementul activ al antenei (vibrator). După fixarea mecanică se recomandă ca toată zona de contact dintre antena și cablul de coborire să fie protejată cu un strat de vaselină siliconică și eventual să fie apoi înfășurată cu o bandă adezivă de foarte bună calitate în vederea reducerii (sau chiar a eliminării totale) a acțiunii electrochimice locale.

c. Tot sistemul de antena trebuie să fie bine împământat, în sensul că structura metalică, și în special bara de susținere a elementelor antenei trebuie să aibă un contact de rezistivitate cât mai mică la pământ. Această măsură asigură singura protecție eficientă la descărcările sarcinilor electrostatice ale instalației pe intrarea amplificatorului de antena.

În cazul unei bune împământări se evită încărcarea electrostatică a antenei (uzual se poate ajunge în lipsa împământării la potențiale de peste 4 KV între antena și pământ), deci și a apariției descărcărilor locale.

d. La orientarea antenei (sau sistemului de antene) se va avea în vedere faptul că în cazul recepției TV la mare distanță pot apare abateri de propagare și de polarizare datorită reflexiilor sau altor fenomene care influențează propagarea cimpului electromagnetic la mare distanță.

Din acest motiv, oricare antena destinată recepției la mare distanță trebuie să aibă potențial trei grade de libertate — vezi fig. 4.11.

— să poată fi orientată pe orizontală în spre emițător, libertate notată cu „1” în fig. 4.11;

— să poată fi înclinată dreapta — stînga în jurul axei longitudinale — libertate notată cu „2”;

— să poată fi înclinată în spre „sus” cu un unghi de pînă la 20°, libertate notată cu „3” în fig. 4.11.

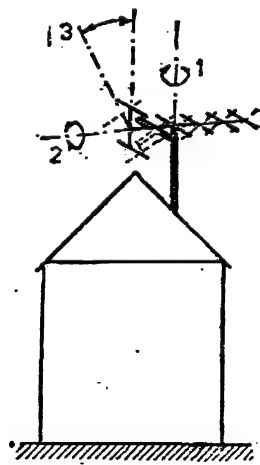


Fig. 4.11. Cele trei posibilități de reglare a poziției antenei în spațiu în vederea obținerii unei recepții optime (semnalul maxim recepționat).

În practică, orientarea se face chiar în această ordine. După ce antena a fost orientată spre emițător (1) se caută îmbunătățirea calității imaginii rotind-o în jurul axei longitudinale (2) și apoi înclinind-o în sus cu un unghi de până la  $20^\circ$  (3). La terminarea orientării, antena trebuie să fie foarte bine fixată mecanic, deoarece orice schimbare a poziției sale duce automat la înrăutățirea calității imaginii.

e. În condiții speciale, de exemplu în orașe unde sînt surse de perturbații industriale, sau atunci cînd aproximativ pe aceeași direcție cu emițătorul care transmite programul TV dorit se află un alt emițător mai puternic și apropiat ca frecvență, se pot obține rezultate practice bune cu antene foarte directive (sau sisteme de antene) orientate special pe o direcție diferită de cea corespunzătoare semnalului maxim. De data aceasta criteriul de apreciere a orientării optime fiind compromisul între calitatea imaginii și perturbarea minimă a imaginii.

În fig. 4.12 este dată schematic o astfel de situație.

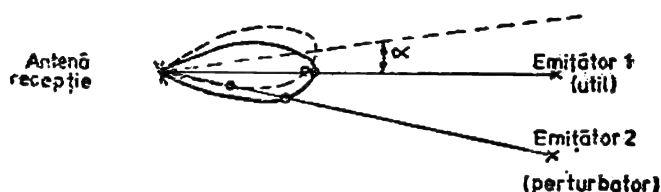


Fig. 4.12. Orientarea antenei de recepție în vederea minimizării recepției unui semnal perturbator (nedorit). — linie continuă — orientarea teoretic optimă, pentru recepția semnalului maxim; — linie întreruptă — orientarea practică pentru minimizarea semnalului perturbator.

Din figură reiese că în cazul în care antena de recepție are o caracteristică de directivitate îngustă, prin orientarea ei pentru obținerea unui semnal maxim și nivelul semnalului perturbator (emițător 2) va fi mare. În momentul în care poziția antenei se schimbă, semnalul util recepționat va fi ceva mai mic, în schimb semnalul perturbator va scădea semnificativ.

f. Antenele TV (sau sistemele de antene TV) sînt influențate foarte mult în funcționarea lor (în majoritatea cazurilor în mod defavorabil) de prezența unor obiecte metalice în imediata lor apropiere. Din aceste motive antenele TV trebuie să fie cît mai degajate în spațiu, în special urmărindu-se îndeplinirea a două condiții:

- între antenă și emițător să nu fie interpus nici un obiect sau clădire (cu structură metalică în special), cerință care în condiții de recepție urbană impune montarea antenelor pe unul sau mai mulți piloni care să depășească cu cîțiva metri clădirile înconjurătoare;

- antenele să fie distanțate pe lateral sau sus-jos de orice corp metalic (chiar alte antene) la mai mult de  $2\lambda$  corespunzător canalului celui mai mic recepționat. În practică de multe ori chiar o distanță de ordinul unei singure lungimi de undă este suficientă.

#### 4.5.4. Recomandări cu privire la montarea amplificatoarelor de antenă

Al doilea element al instalației de recepție TV la mare distanță care condiționează calitatea recepției TV aproape în aceeași măsură ca și antena este amplificatorul de antenă.



Considerînd că amateurul de recepție TV la mare distan   este in posesia unui amplificator de antenă corespunzător, pentru a-i putea asigura funcționarea la parametrii optimi c t  i pentru a-i asigura un timp de via   c t mai lung este necesar ca la montare c t  i in exploatare să se  in  seama de următoarele recomandări.

a — Rezultatele cele mai bune in timp din punct de vedere al calitat ii contactelor se obțin utiliz nd lipirea cablului la amplificatorul de antenă, cu aliaj uzual de lipire (Pb, Sn)  i folosind o pastă decapantă neacid .

Din practică reiese că atunci când se utilizează mufe de conectare, indiferent de tipul lor, problemele de contact pot apare după 2...3 ani, iar in cazul utilizării lipirii directe problemele pot apare după 5...6 ani.

Trebuie subliniat incă o dată faptul că la lipirea cablului la amplificator nu se va utiliza nici un fel de pastă decapantă sau alte substan e acide (de exemplu „apă tare”) deoarece orice urmă de astfel de substan   in contact cu umiditatea ulterioară a mediului va ac iona at t asupra lipiturilor c t  i asupra carcasei metalice a amplificatorului, distrug ndu-le intr-un timp relativ scurt (de ordinul lunilor de zile).

b. Lipirea cablului coaxial la masa amplificatorului se face in mai multe puncte, uzual două.

In fig. 4.13 se dau amănuntele de fixare a cablului la amplificator.

In fig. 4.13 a este reprezentat mai mult principial modul de lipire, in fig. 4.13.b fiind dat un detaliu propriu-zis de montare practică, in care cablul este pozi ionat alipit cutiei metalice  i pentru o mai bună fixare mecanică, in afara lipiturilor de masă rezistența fi este asigur t   i de o bridă de fixare. Brida poate fi realiz t  dintr-un conductor de cupru cositorit gros 0,5...1 mm lipit la cele două capete, a a fel ca să men in  presat cablul coaxial pe peretele cutiei metalice a amplificatorului.

c. Amplificatorul de antenă (eventual convertorul) montat in aer liber trebuie protejat la factorii climaterici. Din practica utilizării unor astfel de amplificatoare reiese că efectul cel mai distructiv asupra amplificatorului il are umiditatea in exces pe contactele cablu-amplificator sau chiar asupra amplificatorului propriu-zis.

Intruc  protecția totală la efectul umiditat ii nu poate fi obținută, ea presupun nd tehnici speciale de inchidere a amplificatoarelor in incinte cu vid sau cu gaze nobile (inactive chimic), cea mai bună protecție care se ob-

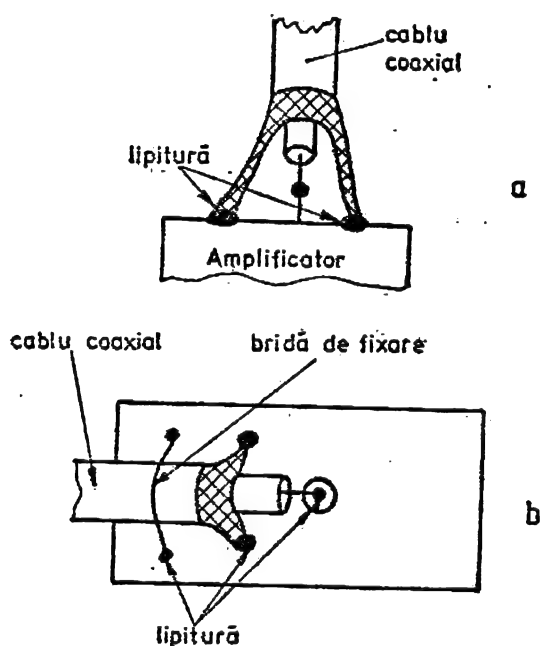


Fig. 4.13. Fixarea cablului coaxial la amplificatorul de antenă: a — principiu de conectare a masei in două puncte; b — fixarea cablului pe carcasa metalică a amplificatorului.

ține la nivel de amator este cea asigurată cu o cutie dintr-un material impermeabil sau cu o folie din material plastic.

Atât cutia cât și folia trebuie să asigure o condiție esențială și anume să nu permită curgerea apei provenită din precipitații sau condens spre amplificator.

În fig. 4.14 a este reprezentată simplificat protecția cu cutie. Se remarcă faptul că ambele tronșeane de cablu pleacă de la amplificator „în jos”, cablul de la antenă formînd un „sifon”. În aceste condiții cutia nu este ermetică și nici nu este nevoie să fie.

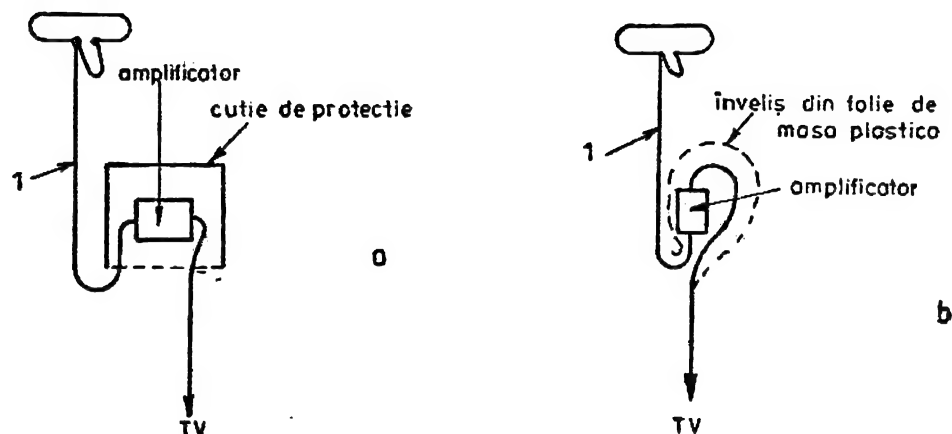


Fig. 4.14. Protecția amplificatorului de canal împotriva pătrunderii apei:  
a — cu cutie de protecție; b — cu folie din masă plastică.

În practica uzuală drept cutie de protecție se folosesc cele mai neașteptate recipiente, ca de exemplu: o cutie de conserve de dimensiune mare, cu partea desfăcută în jos, bidoane de plastic tăiate la gură și cu fundul în sus etc.

Pentru asigurarea protecției în timp, toată construcția se rigidizează prin fixarea cutiei în poziția corespunzătoare pe pilonul de antenă.

Rezultate foarte bune în timp se obțin și prin folosirea pentru protecție a unuia sau mai multor straturi de folie din material plastic.

În mod uzual structura de folie protectoare este constituită din câteva pungi din masă plastică.

În fig. 4.14.b este dată poziționarea amplificatorului acoperit cu un înveliș din mai multe straturi de folie din masă plastică. Și aici se urmărește evitarea pătrunderii apei la amplificator. Din această cauză cablurile pleacă de la amplificator „în jos”, apare „sifonul” pe tronșonul de cablu de la antenă și tot montajul amplificator acoperit de folie este rigidizat prin fixarea lui pe pilonul antenei cu ajutorul unor bride metalice sau bucăți de sîrmă.

Funcție de calitatea foliei de plastic utilizate și de numărul de straturi, o instalație protejată astfel poate funcționa fără probleme cîțiva ani de zile (3... 5 ani). Se va avea în vedere faptul că folia se distruge în special în sezonul rece, datorită temperaturilor sub zero grade și de aceea în general primăvara este necesar să se controleze starea sa în vederea unei eventuale înlocuiri.

d. — Se reamintește faptul că în cazul instalațiilor de recepție TV la mare distanță este necesar ca tronșonul de cablu coaxial antenă-amplificator (notat cu 1 în fig. 4.14.a și fig. 4.14.b) trebuie să fie cît mai scurt.

De asemenea se recomandă că lungimea sa să fie un multiplu întreg (par sau impar) de  $\lambda/2$ , conform tabelului A2 (număr întreg de lungimi ale buclei de adaptare).

e. — În cazul instalațiilor de recepție TV la mare distanță cele două tronsoane de cablu coaxial antenă — amplificator — receptor TV vor fi realizate din câte o singură bucată de cablu coaxial, obligatoriu cu armătura exterioară împletită (gen tricotaj de ciorap). În cazuri extreme, se pot utiliza și cabluri înădite însă numai pe tronsonul amplificator — receptor TV, numai cu cablu de aceeași calitate și realizând conectarea maselor în minimum 2 puncte.

#### 4.5.5. Recomandări generale cu privire la exploatarea unei instalații de recepție TV la mare distanță

Odată realizată instalația de recepție TV la mare distanță urmează exploatarea sa în timpul căreia un amator de recepție poate face o serie de observații utilizabile în vederea îmbunătățirii ulterioare a performanțelor ei. De asemenea, chiar în cazul exploatării unei instalații existente se poate interveni în vederea îmbunătățirii performanțelor sale. În acest sens se fac următoarele recomandări.

a — În cazul unei recepții TV la mare distanță cu caracter sporadic, amatorul va nota calitatea, recepției, momentul recepției (ziua și ora) cit și fenomenele meteorologice prezente. Datele strinse un timp mai îndelungat pot constitui baza unei statistici care va permite mai târziu aprecierea șanselor de recepție la un anumit moment.

Tot pe baza notării calității imaginii recepționate în timp se pot trage concluzii asupra eventualelor modificări ale instalației de recepție în vederea îmbunătățirii calității recepției.

b — În cazul unei recepții de calitate scăzută se recomandă a se regla fin valoarea tensiunii de alimentare a amplificatorului existind cazuri în care se poate obține îmbunătățirea sesizabilă a imaginii pentru variații de  $\pm 1...2$  V ale tensiunii de alimentare.

c — Imaginile foarte zgomotoase sînt mai inteligibile în alb-negru decît în culori. Din acest motiv, în cazul utilizării unui receptor în culori se va reduce saturația la minimum (eliminîndu-se zgomotul colorat).

d — Tot în cazul recepției unor imagini foarte zgomotoase se recomandă utilizarea unui receptor TV cu bandă îngustă de FI (vezi subcapitolul 3.7.).

e — Este recomandabil ca etajele instalației de recepție TV aflate în exterior și realizate cu elemente active (amplificatoare și convertoare) să fie alimentate tot timpul.

Cuplarea și decuplarea deasă a instalației la alimentare îi scurtează timpul de viață mai mult decît în cazul funcționării sale continue, fenomen accentuat pe timp de iarnă.

# 5.

## Recepția emisiunilor TV radiodifuzate de pe sateliți

Încă de la lansarea primilor sateliți artificiali ai pământului a apărut perspectiva utilizării lor în radiocomunicații în general și în radiodifuzarea emisiunilor TV în special.

În urma studierii posibilităților de stabilire a unor legături permanente satelit (emițător) — pământ (receptor) s-a concluzionat că situația optimă este utilizarea sateliților geostaționari, adică sateliți care se rotesc sincron cu pământul, ei rămânând tot timpul pe verticala unui anumit punct de pe sol.

Ca o consecință a calculelor teoretice cât și a experimentărilor din ultima vreme au fost stabiliți parametrii satelitului geostaționar utilizat în radiodifuzarea emisiunilor TV. Astfel, el trebuie să fie exact în dreptul ecuatorului ( $0^\circ$  latitudine), să aibă o altitudine de 35.779 km (față de suprafața mării) și să se rotească cu o viteză de 3.074 km/s pentru a asigura sincronismul cu pământul. Poziția satelitului față de meridianul zero (longitudinea) se stabilește în funcție de zona pământului care urmează a fi acoperită de transmisia sa.

### 5.1. Parametrii tehnici ai transmisiei TV prin satelit

După cum se știe, Uniunea Internațională a Telecomunicațiilor (în limba engleză International Telecommunications Union — ITU) reglementează repartizarea gamelor de frecvențe în funcție de utilizare.

Tot ITU, în urma unor acorduri internaționale a împărțit suprafața pământului, din punct de vedere al utilizării și dezvoltării transmisiilor radiodifuzate spațiale în trei zone:

- zona 1 este formată din Europa, Asia (cu excepția zonei de extrem Sud — de exemplu India) și Africa;

- zona 2 este formată din America de Nord, America de Sud și regiunea Japoniei;

- zona 3 este formată din regiunea de sud a Asiei și toată regiunea Oceaniei.

Întrucât în cazul nostru interesează numai zona 1, frecvențele alocate de ITU pentru această zonă în vederea transmisiilor radiodifuzate spațiale sînt date în tabelul 5.1.

Așa cum reiese din tabel, singura gamă de frecvențe neafectată de restricții și în același timp abordabilă tehnic la nivelul tehnologic actual este gama cuprinsă între 11,7 GHz și 12,5 GHz, numită gama de SIF (supra înaltă frecvență) și cunoscută și prin prescurtarea în limba engleză SHF.

În vederea stabilirii unor parametri tehnici comuni pentru transmisiile radiodifuzate de TV valabili în toate țările, în anul 1977, a avut loc la

**Tabelul 5.1. Gamele de frecvențe alocate de ITU în vederea radiodifuzării din spațiu (satelit)**

Gama de frecvențe	Observații
620 ... 790 MHz	— face parte din banda V(UHF) ocupată de transmisiile radiodifuzate terestre;
2 500...2 690 MHz	— se poate utiliza cu o serie de restricții;
11,7 12,5 GHz	— în dezvoltare;
41 48 GHz	— încă inabordabile tehnic pentru marele public.
84 86 GHz	

Geneva „Conferința administrativă mondială a radiocomunicațiilor prin satelit” (WARC’77). În cadrul acestei conferințe s-au stabilit parametrii canalului TV transmis prin satelit pentru marele public. La aceeași conferință s-a stabilit și programul de dezvoltare a transmisiilor prin satelit pentru zonele 1 și 3 avînd în vedere că țările din zona 2 (America de Nord, America de Sud și Japonia) aveau deja la ora aceea un program propriu de dezvoltare.

Principalii parametri tehnici ai canalului TV din gama SIF stabiliți în cadrul WARC’77 sînt următorii:

a — Repartizarea în frecvență a canalelor se face conform tabelului 5.2.

În tabel este dată frecvența centrală a canalului TV. Trebuie menționat că României i s-au repartizat canalele 2,6,10,14 și 18.

**Tabelul 5.2. Repartiția canalelor SIF în frecvență**

Canal Nr.	Frecvența purtătoare (MHz)	Canal Nr.	Frecvența purtătoare (MHz)
1	11.727,48	21	12.111,08
2	11.746,66	22	12.130,26
3	11.765,84	23	12.149,44
4	11.785,02	24	12.168,62
5	11.804,20	25	12.187,80
6	11.823,38	26	12.206,98
7	11.842,56	27	12.226,16
8	11.861,74	28	12.245,34
9	11.880,92	29	12.264,52
10	11.900,10	30	12.283,70
11	11.919,28	31	12.302,88
12	11.938,46	32	12.322,06
13	11.957,64	33	12.341,24
14	11.976,82	34	12.360,42
15	11.996,00	35	12.379,60
16	12.015,18	36	12.398,78
17	12.034,36	37	12.417,96
18	12.053,54	38	12.437,14
19	12.072,72	39	12.456,32
20	12.091,90	40	12.475,50

b — Lățimea de bandă a unui canal este de 27 MHz. Deoarece ecartul de frecvențe între două canale alăturate este de 19,18 MHz (vezi tabelul 5.2.), canalele se întrepîtrund, ca în fig. 5.1.

La repartizarea canalelor pe zone s-a ținut seama de aceasta protecția între diferitele zone asigurîndu-se dintr-o serie de alți parametrii:

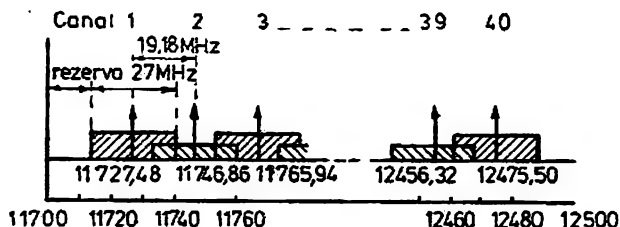


Fig. 5.1. Repartizarea în frecvență a canalelor din gama de SIF.

- zona geografică afectată;
- polarizarea;
- putere maximă radiată;
- forma și mărimea elipsei determinate pe suprafața pământului de conul de transmisie al undelor SHF.
- c — Tipul de modulație al purtătoarei canalului: modulație în frecvență cu deviația maximă 13,5 MHz.
- d — Valoarea minimă a puterii de suprafață în zona de acoperire:
  - 103 dB (W/m<sup>2</sup>) care corespunde unui câmp de cca 140 μV/m, pentru receptoarele individuale;
  - 111 dB (W/m<sup>2</sup>) — cca 22 μV/m pentru receptoare profesionale care asigură semnalul sistemelor de retransmisie.
- e — Stabilirea poziției satelitului față de verticala locului: maximum 1,5° pe orice direcție.

Toate aceste date au fost fixate și în vederea definirii unui receptor standard pentru recepționarea emisiunilor TV radio difuzate prin satelit.

Cea mai mare parte a țărilor care au luat parte la WARC'77 au agreeat transmisia TV cu mai multe informații (căi) de sunet (minimum 2). De asemenea, multe dintre țările participante au fost de acord să utilizeze sistemul de „multiplexare a componentelor analogice” cunoscut sub prescurtarea MAC, sistem care permite recepționarea unor imagini color PAL sau SECAM de o foarte bună calitate.

În cadrul WARC'77, în vederea asigurării recepției corespunzătoare a canalelor TV — SIF afectate fiecărei țări s-au definit câțiva parametri tehnico-construcțivi ai instalației standard de recepție. Astfel, antena parabolă standard are diametrul de 0,9 m, iar receptorul trebuie să aibă un zgomot de maximum 7 dB.

Pentru a asigura o bună recepție TV cu o astfel de instalație, trebuie ca sateliții emițători să aibă o anumită poziție în spațiu. Astfel, pentru zona europeană și nordafricană poziția sateliților pentru acoperirea diferitelor țări din zonă este dată în tabelul 5.3.

La repartizarea pozițiilor s-a ținut seama de o serie de considerente tehnice, poziționarea respectivă la 6° a sateliților reprezentând soluția optimă a momentului (1977) valabilă și în momentul actual (anul 1988).

## 5.2. Modulația folosită în transmisia prin satelit

În cazul transmisiei TV prin satelit una dintre limitele tehnice este puterea disponibilă la emisie. Având în vedere avantajele modulației în frecvență (MF) față de modulația de amplitudine (MA) din acest punct de ve-

**Tabelul 5.3** Poziția orbitală a satelitului care asigură transmiterea într-o anumită zonă terestră

Poziția orbitală (longitudinală)	Țările „acoperite” de transmiterea satelitului
5° Est	Norvegia, Suedia, Danemarca
1° Vest	Polonia, R.D.G., Cehoslovacia, Ungaria, România, Bulgaria
7° Vest	Albania, Iugoslavia
19° Vest	Franta, R.F.G., Belgia, Olanda, Luxemburg, Italia, Austria, Elveția
25° Vest	Libia, Tunisia, Algeria, Maroc
31° Vest	Anglia, Irlanda, Spania, Portugalia, Islanda

dere și anume că se poate obține în final pe imagine același raport semnal — zgomot cu putere de emisie cu 20 dB mai mică în cazul MF decât MA, în transmisiile TV prin satelit se folosește numai modulația MF, acceptând de la început faptul că banda de frecvențe corespunzătoare unei transmisii MF este mult mai largă decât banda corespunzătoare unei transmisii MA, pentru a asigura aceeași calitate a imaginii recepționate.

Referitor la spectrul semnalelor video color transmise MF în fig. 5.2 se dă ponderea zgomotului față de spectrul semnalelor de luminanță și de

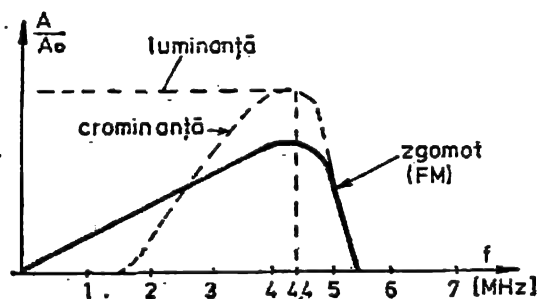


Fig. 5.2. Spectrul semnalului de zgomot MF în comparație cu semnalele de luminanță și crominanță.

crominanță, ceea ce explică de ce apare zgomot pe zonele de culoare saturată în sistem PAL.

În același timp trebuie amintit faptul că printr-o transmisie TV pe un anumit canal se presupune traficare simultană a mai multe semnale (independente):

- semnalul de luminanță (corespunzător imaginii alb-negru);
- semnal de crominanță (corespunzător culorii imaginii);
- semnalul de audiofrecvență (sunetul);
- semnalul de teletext (transmis opțional);
- impulsurile de sincronizare.

Această transmisie simultană poate provoca distorsiuni de crosmodulație care au ca efect principal scăderea calității imaginii transmise. O soluție care reduce efectul acestor două fenomene, deci îmbunătățește calitatea globală a transmisiei TV este utilizarea sistemului MAC (multiplexed analogic components).

Prelucrarea MAC constă în principiu din separarea în timp a componentelor independente ale informației transmise.

Pentru înțelegerea principiului prelucrării, în fig. 5.3. se dă conținutul unui linii din cadrul transmisiei TV, MAC.

Așa cum reiese din figură, transmisia informației de luminanță, transmisia informației de diferență de culoare cit și restul de informații (audio, sincron, transmisia de date) se fac pe durate de timp mai mici decât durata

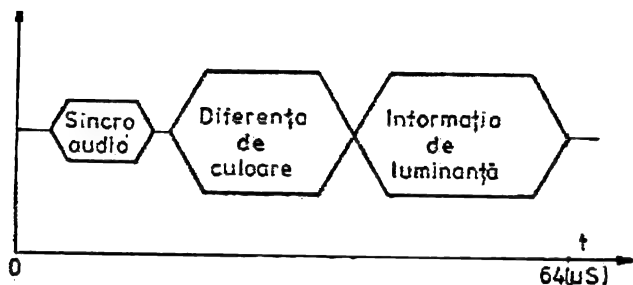


Fig. 5.3. Transmisia secvențială a datelor pe durata unei linii — principiul MAC.

liniei, în așa fel încât la un moment dat să se transmită numai o anumită informație și ca suma timpilor parțiali de transmitere a tuturor informațiilor să fie egală cu durata liniei.

Condițiile de mai sus sunt impuse de faptul că transmisia prin sistem MAC trebuie să rămână compatibilă cu transmisia TV cu 625 linii pe cadru.

În concluzie, prelucrarea MAC constă în comprimarea în timp a informațiilor, transmiterea în această stare a lor prin lanțul de transmisie, apoi în receptor urmînd să sufere operația inversă de decompresare în vederea aducerii în timp real și obținerea semnalului video complex celor cunoscute.

Evident că în vederea stabilirii exacte a prelucrării informațiilor în procesul de comprimare — decompresare în timp s-au avut în vedere o serie întreagă de considerații teoretice (care nu fac obiectul acestei lucrări) și s-a ținut seamă de nivelul tehnologic actual care permite prelucrarea numerică a datelor.

Pentru ca o informație de tip analogic să poată fi comprimată în timp, trebuie să fie întâi eșantionată (frecvența eșantionării fiind mai mare de 2...3 ori decât frecvența maximă a semnalului). Eșantioanele astfel obținute sînt introduse într-o memorie și apoi memoria este citită cu o viteză mai mare decât cea de introducere, așa fel ea semnalul obținut să apară comprimat în timp. Toată operația de comprimare este reprezentată schematic în fig. 5.4.

Pentru înțelegerea principiului comprimării, s-a ales un exemplu de comprimare a unui semnal de tip triunghiular (fig. 5.4.a) de durată  $T$ . Frecvența de eșantionare este de 16 ori mai mare decât frecvența semnalului triunghiular, astfel ca în timpul unei perioade  $T$ , semnalul este eșantionat în 17 puncte, la timpuri  $t_0...t_{16}$ .

Cele 17 nivele-eșantioane de semnal sînt stocate într-o memorie. Conform exemplului dat, în memorie se vor stoca 17 informații independente, fiecare dintre ele proporțională cu nivelul semnalului la un anumit moment (fig. 5.4.b). Pentru obținerea informației comprimate, memoria va fi „citită” cu o viteză dublă vitezei de introducere în memorie (într-un timp egal cu  $1/2 T$ ). Informația refăcută în acest mod este asemănătoare celei inițiale, cu ob-



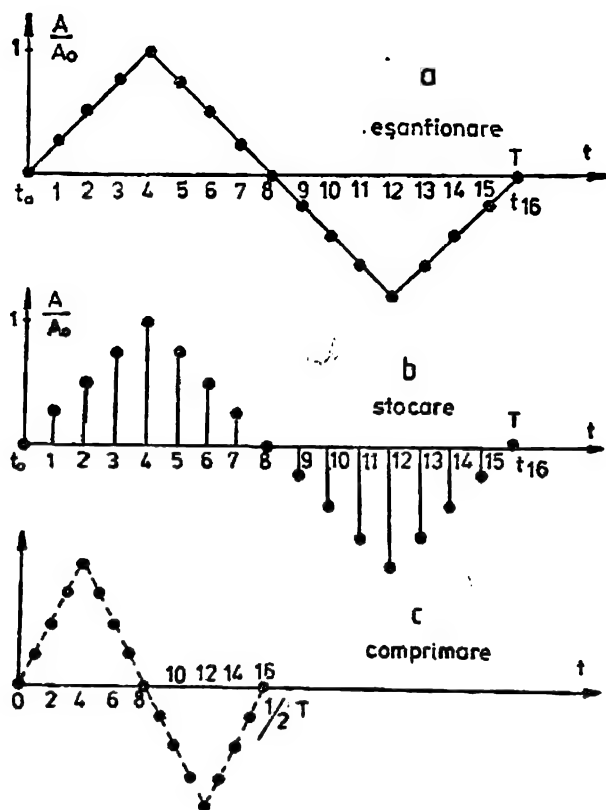


Fig. 5.4. Principiul comprimării în timp a informației analogice: *a* — eșantionare; *b* — stocare (memorare) a informației; *c* — citire cu viteză dublă ( $1/2 T$ ).

servația că frecvența semnalului astfel obținut va fi dublă față de frecvența semnalului de referință (fig. 5.4.c).

Această observație este valabilă pentru toate prelucrările de tip comprimare în timp: frecvența unui semnal analogic crește prin comprimare cu raportul în care a fost comprimat în timp (în cazul din figura 5.4, raportul este 2).

Revenind la prelucrarea MAC, s-a stabilit că cele mai bune rezultate practice se obțin utilizând pentru luminanță un raport de compresie de 3:2 iar pentru semnalul diferență de culoare un raport de compresie de 3:1.

Pe durata unei linii se transmit deci semnalul de luminanță comprimat 3:2, semnalul diferență de culoare (atenție: numai una dintre informațiile diferență de culoare pe o linie, indiferent de sistem) comprimat 3:1 și celelalte informații.

În decodorul video al receptorului MAC componenta de luminanță și semnalul diferență de culoare sint decompimate, întârziate corespunzător și suprapuse obținând astfel semnalul de luminanță cu cele două semnale diferență de culoare pe fiecare linie.

În afara semnalelor de luminanță și crominanță corespunzătoare imaginii, așa cum s-a mai spus, mai trebuie transmise încă o serie de alte semnale: — semnalele de sincronizare linii și cadre;

- semnale corespunzătoare informației de sunet (unul sau mai multe canale);
- semnalele corespunzătoare transmisiei de teletext;
- o serie de alte semnale test necesare urmăririi prelucrării corecte a semnalelor video și audio pe lanțul studio-receptor.

În vederea standardizării transmisiei tuturor acestor semnale, un grup de experți din cadrul „Uniunii Europene de Radiodifuziune” a dezvoltat sistemul cunoscut sub numele de C-MAC Packet System.

În acest sistem, informațiile de sincronizare, de teletext și de sunet (unul sau mai multe canale) sînt transmise direct digital la începutul fiecărei linii iar componentele analogice luminanța și diferența de culoare sînt transmise multiplexat în continuare. Fără a intra în amănunte și fără a analiza considerentele teoretice care au stat la baza alegerii respectivelor parametri un semnal video CMAC/Package transmis pe o linie (cu frecvența de eșantionare de 20,25 MHz) este cel din fig. 5.5. Durata transmisiei este dată în funcție de perioada semnalului de eșantionare, sau semnal de clock (cu  $f = 20,25$  MHz).

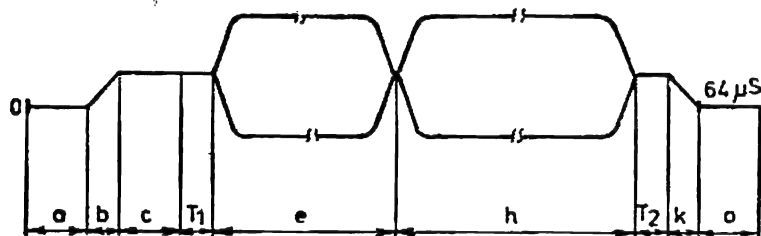


Fig. 5.5. Forma detaliată a conținutului de semnal a unei linii cu frecvența de analiză (clock frequency) de 20,25 MHz.

Pe durata „a” se transmit 206 biți pentru sincronizare, sunet și transmisia de date. Repartiția lor este următoarea: 1 bit de intrare; 6 biți pentru sincronizare linii (și cadre) 198 biți pentru transmisia de date (sunet și teletext), cite 99 biți pe semicadru; 1 bit de încheiere. Pe durata „b” se transmit 4 alteranțe ale frecvenței de clock pentru creșterea nivelului semnalului de la pachetul de impulsuri de la început la pedestalul adăugat semnalului video în vederea compensării dispersiei energetice.

Pe durata „c” se transmit 15 alternanțe corespunzind nivelului zero al semnalului diferență de culoare.

Pe durata „T<sub>1</sub>” corespunzătoare a 10 alternanțe care includ și 5 perioade de început ale semnalului de culoare se face tranziția la semnalul diferență de culoare.

Pe durata „e” de 349 alternanțe ale semnalului de clock se transmit semnale care conțin informația asupra diferenței de culoare.

Pe durata „h” (697 perioade ale semnalului de clock) se transmite semnalul de luminanță.

Pe durata „T<sub>2</sub>” (6 perioade) se face tranziția de terminare a semnalului de luminanță.

Pe durata „K” (4 perioade) se face tranziția de la semnalul video (cu pedestal) la semnalul digital de transmisie de date.

Frecvența de eșantionare (clock) a semnalului transmis, de 20,25 MHz este în acord cu compresia acceptată la cele două semnale analogice. Astfel:

— Semnalul de luminanță comprimat în raport 3:2 are frecvența de eșantionare în timp real de 13,5 MHz (deci mărită la semnal comprimat în raport 3:2 — 20,25 MHz).

— Semnalul de culoare comprimat în raport 3:1 are frecvența de eșantioane în timp real de 6,75 MHz (deci mărită la semnalul comprimat în raport 3:1 — 20,25 MHz).

În consecință, o linie TV poate fi considerată ca formată din 1.296 de eșantioane, fiecare de durată 49,9 nanosecunde (informații digitale), cu care se transmit informațiile respective conform fig. 5.5. Având în vedere aceasta, reiese că informația de culoare se transmite în timp de 17  $\mu$ s iar informația de luminanță în 34  $\mu$ s.

Referitor la sistemul CMAC propus, în ultima vreme s-a constatat că deși asigură o bună calitate a imaginii, prezintă totuși un foarte mare dezavantaj, și anume că semnalele redade conform C MAC datorită benzii mari de frecvențe transmise (20,25 MHz) nu pot fi tranzitate prin instalațiile de TV cablu existente, la care banda de trecere a unui canal TV este limitată la 7...10 MHz.

Din aceste motive, în ultima vreme au fost puse la punct o serie de sisteme de transmisie pe principiul MAC, dar cu benzi de frecvențe mai reduse, fără ca totuși calitatea recepției să sufere sesizabil. Astfel, au apărut sistemul D-MAC (duobinary data coding) cu bandă de 10,5 MHz, sistemul D2 MAC/ Packet (half bit-rate) cu banda de 7 MHz și B MAC unde și transmisia de date și sunet este făcută multiplexat într-o bandă de frecvențe joase.

Deocamdată se pare că majoritatea țărilor care au în program utilizarea în cel mai scurt timp a transmisiilor spațiale prin satelit au agreat sistemul D2MAC.

### 5.3. Situația actuală a transmisiilor TV prin satelit

În momentul de față în zona 1 europeană nu există nici un satelit care să emită programe TV în gama de SIF 11,7 — 12,5 GHz pentru marele public. Din diferite motive, în majoritate pur-tehnice, lansarea și respectiv exploatarea acestor sateliți a fost mult întârziată față de programele naționale ale diferitelor țări, emise în jurul anilor '80.

Pur informativ, pentru amatori, trebuie menționat faptul că și actualmente în zona 1 există în funcție sateliți geostaționari care emit semnale TV însă acestea nu sînt destinate recepției publicului larg ci sînt destinate redifuzării lor de către stațiile terestre, conform unor înțelegeri care există (sau trebuie să existe) între proprietarul programului (și canalului) de TV și cel care redifuzează semnalul (prin stațiile terestre).

Acești sateliți emit fie în gama 3,7... 4,5 GHz (satelitul sovietic Gori-zont) fie în gama de 10,95... 11,7 GHz.

Întrucît aceștia din urma emit într-o gamă de frecvențe foarte apropiată de gama de SIF afectată radiodifuzării programelor TV pentru marele public, și utilizează semnale prelucrate asemănător cu cele utilizate în gama de SIF consider că trebuie făcute cîteva precizări relative la performanțele lor. Astfel în fig. 5.6 se dau pozițiile față de pămînt ale celor 6 sateliți care acoperă actualmente diferite regiuni ale zonei 1 și emit în gama 10,95... 11,76 GHz, iar în tabelul 5.4. se dau principalele caracteristici tehnice ale canalelor TV transmise.

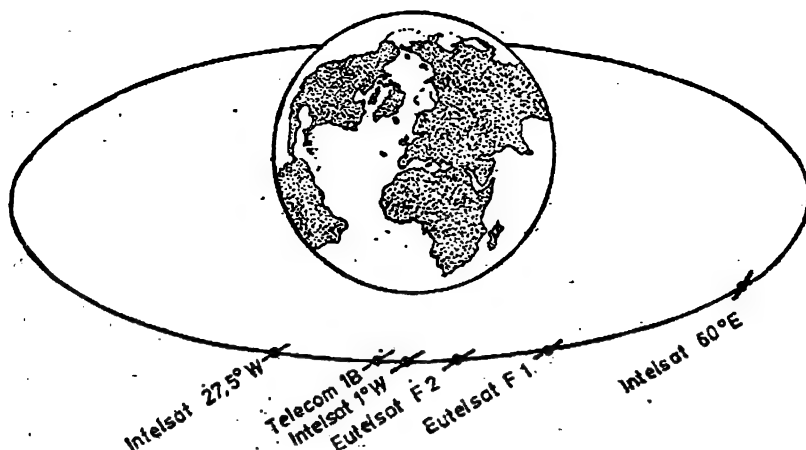


Fig. 5.6. Poziția sateliților activi în zona 1 (europeană) care transmit — în gama 10,95... 11,7 GHz (situația de la începutul anului 1988).

**Tabelul 5.4. Principali parametri tehnici ai canalelor TV transmise prin satelit în gama 10,95...11,7 GHz**

Caracteristica (parametrul)	Valoare (tip)
1. Banda de frecvențe a canalului	— 16...25 MHz
2. Tipul de modulație video	— MF (indiferent de sistem) — codat digital
3. Modulație sunet	— MF (5,5...6,65 MHz) — codat digital
4. Nivel semnal la sol	— maximum — 120 dB w/m <sup>2</sup>

Așa cum reiese din tabel, o parte a canalelor transmise (și anume cele mai multe dintre ele) au semnalul video transmis necodat (MF cu bandă de 20...25 MHz) și semnalul de sunet transmis tot necodat. Aceste canale din punct de vedere al prelucrării propriu-zise a semnalelor (demodulare) sînt accesibile chiar și amatorilor. Principala problemă rămîne însă nivelul extrem de scăzut al semnalului recepționat (maximum -120 dB W/m<sup>2</sup>), deci de 10 ori mai mic decît nivelul tensiunii recepționate în SIF, cu implicațiile respective asupra parametrilor instalației de recepție.

Trebuie menționat totuși faptul că în această gamă de frecvențe 10,95...11,7 GHz ca o consecință a faptului că transmisia TV nu este destinată marelui public, sînt traficate și semnale TV codate special. Decodarea acestor canale presupune cunoașterea „cheii” de codare, deci implicit acordul proprietarului, canalului și în consecință, înțelegerea economică corespunzătoare pentru utilizarea informației din canal. Codarea poate fi aplicată semnalului video, semnalului audio sau amînduorora simultan. Un termen mai larg care include și acest tip de transmisie TV prin satelit este acela de televiziune plătită (pay TV).

## 5.4. Instalația terestră de recepție a emisiunilor TV transmise de pe sateliții geostaționari

Schema bloc cea mai simplă a instalației de recepție a emisiunilor TV radiodifuzate prin intermediul sateliților geostaționari în gama de SIF este dată în fig.5.7.

Instalația este formată practic din două părți constructive distincte:

— Instalația de exterior (outdoor) este formată dintr-un reflector parabolic, numit uzual (impropriu) antenă parabolică, în focarul căreia se află antena propriu-zisă (de microunde) împreună cu primul etaj amplificator în

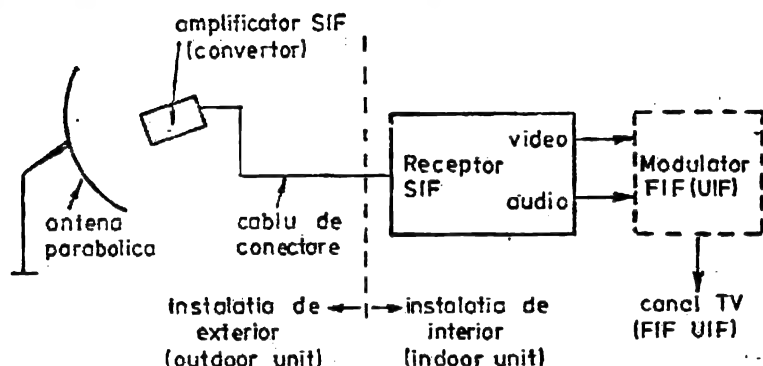


Fig. 5.7. Schema bloc generală a unei instalații de recepție în gama de SIF.

gama de SIF. Uzual montajul din focarul antenei cuprinde și un convertor care translatează semnalul din gama de frecvențe recepționate din SIF într-o gamă mult mai joasă (1... 2GHz) numită și prima frecvență intermediară ( $FI_1$ ). Această conversie face posibilă în continuare conectarea instalației de exterior cu cea de interior prin cablu coaxial, soluție mult mai simplă și la îndemina utilizatorului decât conectarea prin ghid de undă care ar fi fost necesară în cazul transmisiei semnalului SIF netranslatat la receptorul de interior.

— Instalația de interior (indoor) cuprinde toate montajele electronice care asigură prelucrarea semnalului de  $FI_1$  (prima frecvență intermediară) până la obținerea celor două semnale primare: video și sunet.

În continuare, opțional pot fi folosite fie direct semnalele video și audio, fie un semnal de televiziune radiodifuzată pe unul dintre canalele TV din gamele FIF sau UIF, obținut prin modularea unei purtătoare de radiofrecvență cu cele două semnale de joasă frecvență (video și audio).

În vederea obținerii unei tipizări a instalațiilor de recepție TV — satelit s-a plecat de la câteva considerente:

— orice instalație de recepție TV satelit (pentru gama SIF) este formată din două părți: una de exterior (antena și primul convertor) și alta de interior (receptorul propriu-zis);

— instalația de exterior poate asigura conversia semnalelor fie din gama de SIF (11,7... 12,5 GHz), fie din gama de 10,95... 11,7 GHz în aceeași gamă de frecvențe intermediare,  $FI_1$ , cuprinsă uzual între 1 și 2 GHz;

— prelucrarea semnalelor video (și audio) este în general asemănătoare pentru toate transmisiile TV satelit, indiferent de gama de frecvențe în care transmite satelitul.

Având în vedere cele trei considerente de mai sus și ținând seama de încă o serie de considerente tehnice și economice s-a ajuns la un fel de tipizare a celor două părți ale instalației de antenă care permite să se realizeze recepție TV — satelit cu receptare și instalații de exterior de proveniențe diferite.

#### 5.4.1. Instalația de exterior pentru recepția TV satelit

Parametrii minimi ai instalației de recepție a emisiunilor TV radiodifuzate prin satelit pentru marele public au fost stabiliți de către ITU (International Telecommunication Union) ca o parte a actului final al WARC 1979.

Acești parametri sînt:

- densitatea fluxului de putere pe aria de acoperire a satelitului  $\geq -103$  dB w/m<sup>2</sup>;
- diametrul parabolei: 90 cm;
- factorul de zgomot al instalației (din exterior)  $\leq 8$  dB.

Dintr-un calcul relativ simplu, considerind că antena are o eficacitate de 75% rezultă că nivelul semnalului captat pe o impedanță de 50 ohmi este de circa 35  $\mu$  V. La prima vedere semnalul pare extrem de mic. Pentru aprecierea corectă trebuie reamintit faptul că zgomotul antenci este în funcție de mai mulți parametri, printre care frecvența și unghiul față orizontala locului (vezi fig. 2.4). În acest caz unghiul de înălțare este uzual de minimum 30°, iar frecvența de 10... 12 GHz, ceea ce face ca temperatura de zgomot a antenei să fie de maximum 40... 50°K (fig. 2.4.)

Rezultă deci că o instalație de recepție TV satelit cu parametrii de mai sus poate asigura o recepție de foarte bună calitate (raport semnal-zgomot pe imagine  $\geq 40$  dB).

În cazul transmisiilor din gama 10,95...11,7 GHz nivelele semnalelor sînt sensibil mai mici, densitatea fluxului de putere fiind de ordinul a- 120... -126 dBw/m<sup>2</sup>.

În acest caz, măsurile care se iau sînt asemănătoare cu cele care se iau în cazul recepției TV la mare distanță în domeniile FIF și UIF, adică:

- se mărește cliștigul antenei. Aceasta înseamnă că se utilizează reflectoare parabolice cu diametre mai mari, antenele cu diametrul de 3 m sînt utilizate curent la nivel de amator;

- se utilizează amplificatoare de SIF de zgomot mic, amplificatoarele în gama 10,9... 12,5 GHz cu zgomot mai mic de 2dB (uzual 1,5...1,7dB) fiind deja curent utilizate în practica amatorilor.

Cu o instalație de recepție exterioară cu antenă de diametru mare și amplificator (sau convertor) de zgomot foarte mic se poate obține la intrarea receptorului propriu-zis un semnal (în cazul recepției în gama 10,95... 11,76 GHz) de valoare apropiată de semnalul asigurat de către instalația exterioară definită de WARC 79 pentru cazul sateliților din gama SIF (pentru marele public).

Tot pentru asigurarea compatibilității între receptoarele pentru satelit existente s-a stabilit ca în focarul reflectorului parabolic să se monteze un convertor de frecvențe și nu un simplu amplificator. Astfel, gama de semnale recepționate va fi convertită chiar în focarul antenei într-o gamă de frecvențe mai joasă (0,95... 1,75 GHz), numită FI<sub>1</sub>, aceeași indiferent de gama în care transmite emițătorul de satelit (10,95...11,7 MHz; 11,7... 12,5 MHz, sau chiar 3,7 ...4,5 MHz).

Deoarece realizarea părții de exterior a instalației de recepție TV — satelit (outdoor unit) nu este abordabilă la nivel de amator, în lucrare nu se

va insista asupra particularităților sale tehnico-constructive. Totuși despre această parte trebuie să se cunoască câteva amănunte legate de performanțele etajelor sale în funcție de semnalele care urmează a fi recepționate:

— Schema bloc generală este cea din fig. 5.7. Instalația de exterior se compune dintr-un reflector parabolic și un convertor de frecvențe montat chiar în focarul reflectorului.

— În cazul recepției TV — satelit din gama SIF (11,7... 12,5 GHz), pentru zona propriu-zisă de acoperire a satelitului, unde densitatea fluxului de putere este de minimum — 103 dB W/m<sup>2</sup>, reflectorul parabolic va avea diametrul de 0,9 m, iar convertorul trebuie să aibă un factor de zgomot  $F \leq 8$  dB.

— În cazul recepției cu nivel mai mic de semnal, adică recepția semnalelor transmise de sateliți în gamele 10,95...11,76 GHz, 3,7...4,5 GHz sau chiar în cazul transmisiei SIF însă recepționată în afara zonei de acoperire propriu-zisă a satelitului, nivelele semnalelor recepționate pot fi cu circa 20 dB mai mici (densitatea fluxului de putere este în acest caz de ordinul a —120... 126 dBW/m<sup>2</sup>). Din acest motiv, diametrul reflectorului parabolic utilizat va fi de 1,5... 3 m, iar factorul de zgomot al convertorului va fi de maximum 3 dB, din acest motiv și denumirea comercială sub care sînt cunoscute aceste convertoare este LNC (prescurtarea în limba engleză a denumirii: „convertor de zgomot mic“)

— Indiferent de gama de frecvențe în care se face recepția, instalația de exterior trebuie să asigure în principal la ieșire (respectiv la intrarea receptorului propriu-zis) un semnal cu următorii parametri:

— gama de frecvențe: 950... 1750 MHz;

— nivelul semnal: minimum — 60 dB m(275 μV/75 ohmi)

— raportul semnal zgomot al semnalului  $\geq 20$  dB pentru o recepție de bună calitate.

— Din punct de vedere mecanic, instalația trebuie să asigure posibilitatea unei orientări precise pe direcția satelitului recepționat, iar odată orientarea realizată convertorul trebuie să prezinte posibilitatea schimbării polarității (o rotire cu 90°).

Ca o noutate în domeniu trebuie menționat că există variante constructive la care schimbarea polarității se face fără rotirea mecanică a excitatorului convertorului și că există variante constructive sofisticate la care orientarea parabolei în spațiu se face în mod automat la cerere, pe direcții diferite (sateliți diferiți) „memorate“ într-un microcomputer cu care este dotată instalația.

#### 5.4.2. Receptorul de interior pentru recepția TV satelit

Plecînd de la caracteristicile semnalului furnizat de instalația de exterior s-a putut defini receptorul tip al unei instalații de recepție TV satelit.

Schema bloc a unui receptor complet de interior (indoor unit) este dată în fig. 5.8.

Parametrii tehnici minimali ai unui astfel de receptor (standardizat) sînt următorii:

— banda de frecvențe de intrare (banda FI<sub>1</sub>) 950... 1750 MHz;

— a doua frecvență intermediară 479, 5 MHz (cu mențiunea că această a doua frecvență intermediară, în funcție de schema și tehnologia utilizată la realizarea receptorului, poate avea și valori mai mici, de exemplu 70 MHz);

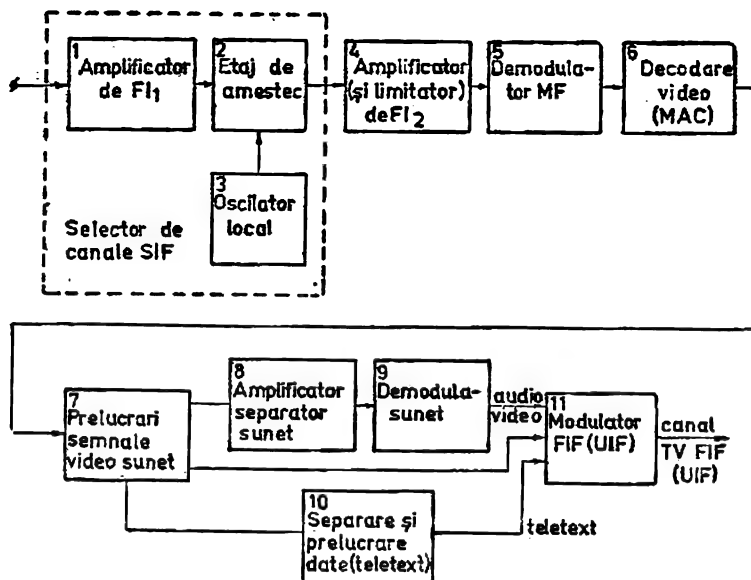


Fig. 5.8. Schema bloc a receptorului de interior a unei instalații tipizate de recepție TV- satelit.

— nivelul semnalului de intrare — 62... — 34 dB m (ceea ce înseamnă un nivel de semnal cuprins între 216  $\mu$ V și 5,5 mV pe impedanța de 75 ohmi);

— factorul de zgomot  $F \leq 16$  dB (uzual 8... 12 dB);

— impedanța de intrare 75 ohmi (se utilizează și 50 ohmi);

— factorul de undă staționară  $\sigma \leq 2$ .

Receptorul cu schema bloc din fig. 5.8 asigură toate prelucrările necesare obținerii informațiilor video, audio și de date compatibile cu un receptor uzual de TV, pornind de la semnalul TV — satelit translatat în gama 950... 1.750 MHz.

Primul bloc funcțional al receptorului este numit prin analogie cu receptoarele de TV pentru gamele FIF-UIF, „selector de canale SIF” și îndeplinește practic aceleași funcții ca și selectorul de canale din receptoarele de TV clasice.

Astfel, amplificatorul de bandă largă 1, amplifică toate semnalele din gama de frecvențe 950... 1750 MHz ( $FI_1$ ) aplicate la intrare și le transmite mai departe la etajul de amestec, 2. Tot aici se aplică și un semnal de la oscilatorul local, 3. Din bătaia între cele două semnale rezultă semnalul de  $FI_2$ , a cărei frecvență centrală este 479,5 MHz (valoarea acesteia nefiind practic standardizată sînt utilizate și alte frecvențe de exemplu 70 MHz.).

Semnalul de  $FI_2$  este selectat cu ajutorul unor filtre selective (eventual filtre cu undă acustică de suprafață) și apoi amplificat și limitat (semnal MF) în amplificatorul 4. În continuare, semnalul se aplică etajului demodulator MF la ieșirea căruia se obțin semnalul video complex primar transmis în rețea.

În cazul utilizării unor semnale codate MAC, semnalul video se aplică decorului MAC, 6, care asigură la ieșire după încă o serie de prelucrări (etajul 7) cele trei tipuri de semnale necesare:

— semnalul video;



- semnalul audio;
- semnalul de date (teletext).

Aceste semnale pot fi utilizate direct în receptorul TV, sau pot fi folosite pentru modularea unei purtătoare de RF conform normelor valabile pentru transmisiile TV din gamele FIF sau UIF. În acest mod, la ieșirea receptorului semnalul recepționat de la satelit este livrat sub forma de semnal TV clasic într-un canal FIF (UIF).

Întrucît, cum s-a arătat și la subcapitolul precedent, nu există încă sateliți operaționali care să transmită în sistem MAC, nici receptoarele actuale nu sînt prevăzute (decît cu rare excepții) cu această opțiune, așa că toată schema receptorului TV stabilit se simplifică, reducîndu-se practic la primele 5 etaje funcționale, la care se adaugă (dacă este cazul) și modulatorul FIF (UIF).

Trebuie menționat de asemenea, că o serie de firme consacrate producătoare de receptarea TV clasice au inclus în acestea și receptorul de SIF, așa că din punct de vedere al utilizatorului, el dispune la receptorul TV de o bornă suplimentară de antenă unde se pot aplica semnale din gama 950...1.750 MHz provenite de la o instalație de recepție satelit (de exterior), toată procesarea semnalelor fiind făcută în receptorul TV.

#### 5.4.3. Schema electrică a unui receptor TV — satelit

Pentru acomodarea cu schemele electrice utilizate în receptoarele de satelit în general și în special cu cele incluse în receptoarele TV, în cele ce urmează va fi descrisă schema electrică a unui astfel de receptor, considerat ca tipic din punct de vedere al liniei de dezvoltare urmate de firmele tradiționale.

Schema sa bloc (de amănunt) este dată în fig. 5.9. Plecînd de la această schemă bloc — se vor descrie schemele electrice de amănunt ale etajelor sale funcționale.

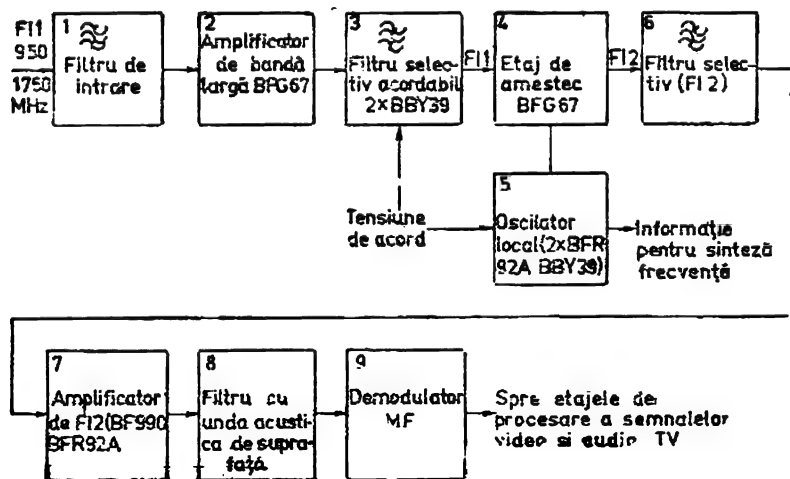


Fig. 5.9. Schema bloc a receptului TV satelit (selectorul de canale și demodulatorul) utilizat în receptoarele TV.

### a. Calea de semnal a primei frecvențe intermediare

Schema electrică a căii de semnal de FI<sub>1</sub> este dată în fig. 5.10. Ea corespunde primelor 3 etaje din schema bloc din fig. 5.9. Filturul de intrare în afara asigurării selectivității are ca rol și asigurarea adaptării între impedanța de intrare (75 ohmi) și impedanța de intrare a tranzistorului amplificator de bandă largă. Filturul este de tip Butterworth și impedanța de intrare a tranzis-

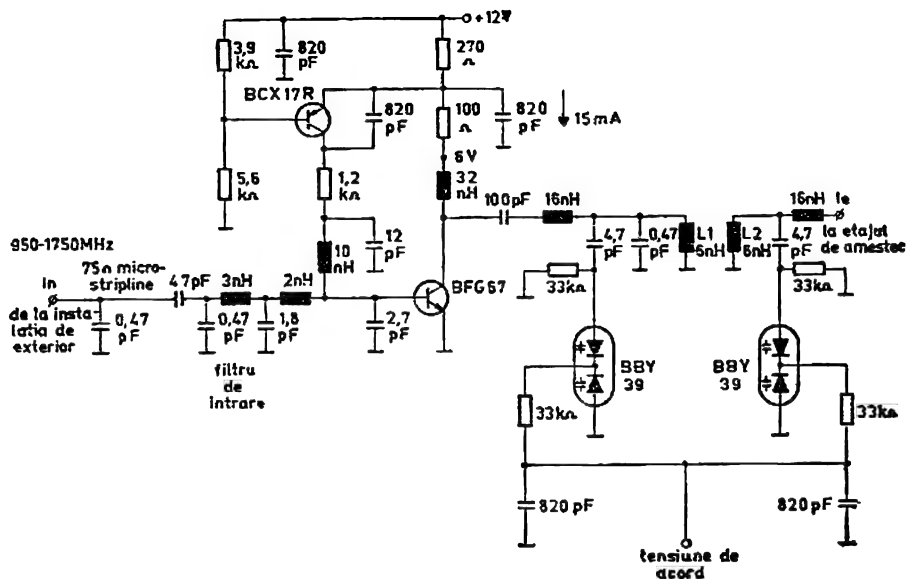


Fig. 5.10. Schema electrică a căii de FI<sub>1</sub> a receptorului TV-satelit.

torului face parte din componentele filtului. Acest tip de filtru „trece jos” asigură o foarte bună rejecție a semnalelor oglindă (peste 1,9 GHz) însă necesită o rejecție suplimentară a semnalelor de FI<sub>2</sub>.

Circuitul de rejecție este de tip serie și este montat în baza tranzistorului amplificator de bandă largă BFG 67.

Amplificatorul de bandă largă este realizat cu tranzistorul BFG 67 (tranzistor cu amplificare mare și frecvență de tranziție de ordinul a 7,5 GHz).

El este montat cu emitorul la masă și asigură un câștig de peste 10 dB la frecvențele mari ale benzii (1,7 GHz).

Tranzistorul are o comportare foarte bună din punct de vedere al modulației încrucișate la un curent de 15 mA. Pentru asigurarea parametrilor optimi de funcționare din acest punct de vedere la variațiile tensiunii de alimentare, curentul tranzistorului este controlat cu tranzistorul de joasă frecvență BCX 17R montat din punct de vedere al curentului continuu între colector și baza tranzistorului de SIF.

În sarcina amplificatorului de bandă largă este utilizat un filtru „trece bandă” acordat. Filturul este realizat cu circuite cuplate. Elementele de acord din primar respectiv secundar sînt diodele varicap duble de tip BBY 39. Banda de trecere a filtului la 3 dB este de circa 150 MHz. Principalul rol al acestui filtru este de a separa oscilatorul local de borna de intrare, altfel există pericolul radierii unor semnale datorate oscilatorului local la borna de

intrare a receptorului (deoarece frecvența oscilatorului diferă cu numai 490 MHz de frecvența semnalului).

Performanțele asigurate de amplificatorul din schemă sint:

- gama de frecvențe de intrare: 950...1.750 MHz;
- factorul de undă staționară  $\sigma \leq 2$ ;
- factorul de zgomot  $F \leq 5$  dB;
- amplificarea în putere  $\approx 8$  dB;
- atenuarea semnalelor de frecvență intermediară (FI<sub>2</sub>)  $\geq 40$  dB;
- atenuarea semnalelor de frecvență oglindă  $\geq 40$  dB.

#### b. Oscilatorul local

Schema electrică a oscilatorului local este dată în fig. 5.11. Întrucît este vorba de o schimbare de frecvență de tip superheterodină cu frecvența intermediară (FI<sub>2</sub>) de 479,5 MHz, oscilatorul local trebuie să poată fi acordat în gama de frecvențe cuprinsă între 1429,5 și 2229,5 MHz.

În schema din fig. 5.11, oscilatorul local este realizat cu tranzistorul BFR 92A, în conexiune „colector comun” (colector decuplat la masă prin 100 pF) și lucrînd la un curent de 13,5 mA.

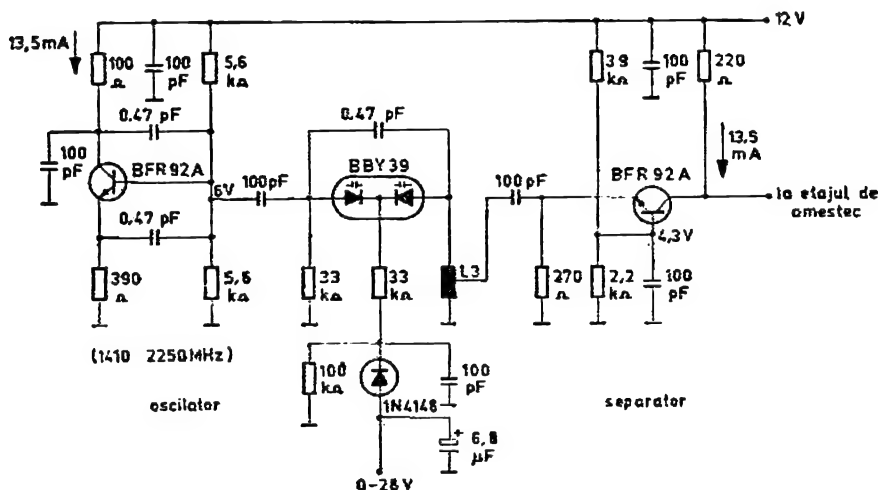


Fig. 5.11. Schema electrică a oscilatorului local și a separatorului.

Capacitatea de acord (reglabilă) este realizată cu dioda BBY 39 iar inductanța de acord  $L_s$  este realizată în tehnologie „microstrip” (folie metalică pe suportul izolator). Dioda 1N4148 are ca rol compensarea variației capacității diodelor varicap cu temperatura, deci asigură stabilitatea termică a montajului.

Tranzistorul BFR92 are rolul de separator între etajele de oscilator și de amestec. El este numit și „etaj tampon” (sau etaj buffer). Amplificarea lui este practic 1 însă face ca funcționarea oscilatorului local să fie independentă de condițiile de lucru ale etajului de amestec (de exemplu variațiile nivelului semnalului de SIF pot influența funcționarea-frecvența — oscilatorul local în lipsa etajului de separare.)

De menționat faptul că tensiunea de acord a oscilatorului este aceeași care comandă și diodele varicap ale filtrului selectiv din fig. 5.10 (vezi și schema bloc din fig. 5.9). De asemenea, de la oscilatorul local se culege un semnal care

### c. Etajul de amestec

Ca sarcină a etajului de amestec este folosit un filtru „trece banda“ realizat cu circuite cuplate. Banda sa de trecere la 3 dB este de ordinul a 30 MHz. Frecvența centrală a filtrului este 479,5 MHz.

- gama de frecvențe de intrare : 950...1.750 MHz;
- frecvența de ieșire FI, 479,5 MHz (bandă  $\approx 30$  MHz);
- cistigul de conversie  $\approx 5$  dB.

Schema electrică a etajului amplificator de FI<sub>2</sub> este dată în fig. 5.13.





un detector de fază cu constanta de conversie funcție de nivelul semnalului de FI<sub>2</sub>. Pentru un nivel de semnal de intrare egal cu semnalul nominal (cca 3 mV) constanta este de 0,45 V/radian.

Circuitul acordat al oscilatorului (VCO) este exterior circuitului integrat și conectat între terminalele sale 16 și 18 și masă. El este format din induc-tanța  $L_4$  și capacitatea diodei duble varicap de tip BBY 39.

Semnalul de ieșire al detectorului este livrat la terminalul 6 al circuitu-lui integrat și este amplificat de către două etaje aplicatoare diferențiale. Primul este realizat cu două tranzistoare de tip BFT 92 iar al doilea cu două tranzistoare de tip BFR 92A.

Următoarele două etaje sînt separatoare de tip repetor pe emitor, rea-lizate cu tranzistoarele BFT 92 și BFS 19.

Performanțele unui demodulator de acest tip sînt următoarele:

- frecvența de intrare: 479,5 MHz;
- impedanță de intrare: 50 ohmi;
- semnal nominal la intrare: - 37 dB, (circa 3 mV/50 ohmi)
- impedanța de ieșire: 75 ohmi;
- semnalul de ieșire pentru o deviație de 13,5 MHz<sub>VV</sub> : 0,5 V<sub>VV</sub>;
- panta oscilatorului comandat (VCO): 13,5 MHz/V.

În capitolul Anexe s-a căutat să se includă cit mai multe dintre tabelele și nomogramele necesare amatorilor de recepție TV la mare distanță pentru diferitele calcule legate de instalațiile de recepție sau chiar pentru dimensionarea anumitor elemente de circuit utilizate în acest domeniu.

## **ANEXA 1. Exprimarea rapoartelor de puteri (și tensiuni) în dB**

Deoarece multe dintre mărimile folosite în electronică apar într-o gamă foarte mare de valori în același domeniu de utilizare sau se compară cu o valoare de referință fixă, pentru exprimarea lor se folosește expresia logaritmică dată în decibeli (dB).

Acest mod de exprimare este caracteristic rapoartelor de puteri și de tensiuni (sau curenți).

Expresia raportului de puteri în dB este:

$$\frac{P_1}{P_0} \text{ (dB)} = 10 \log_{10} \frac{P_1}{P_0},$$

unde  $P_0$  este puterea de referință iar  $P_1$  puterea care urmează a fi exprimată în dB.

Expresia raportului de tensiuni (sau curenți) dată în dB este:

$$\frac{U_1}{U_0} \text{ (dB)} = 20 \log_{10} \frac{U_1}{U_0}, \quad \frac{I_1}{I_0} \text{ (dB)} = 20 \log_{10} \frac{I_1}{I_0},$$

unde  $U_1$  (respectiv  $I_1$ ) este tensiunea (curentul) care urmează a fi exprimat în dB, iar  $U_0$  (respectiv  $I_0$ ), tensiunea (curentul) de referință.

În tabelul A.1 se dă corespondența dintre rapoartele de puteri (și de tensiuni) exprimate numeric și în dB.

**Tabelul A.1. Exprimarea rapoartelor de puteri și tensiuni (curenți) în decibeli**

Raportul de puteri ( $P_1/P_0$ )	Raportul de ten- siuni (curenți) $U_1/U_0$ ( $I_1/I_0$ )	dB	Raportul de puteri ( $P_1/P_0$ )	Raportul de ten- siuni (curenți) $U_1/U_0$ ( $I_1/I_0$ )	dB
1,0233	1,0116	0,1	39,811	6,3096	16,0
1,0715	1,0351	0,3	50,119	7,0795	17,0
1,1220	1,0593	0,5	63,096	7,9433	18,0
1,2023	1,0965	0,8	79,433	8,9125	19,0
1,2589	1,1220	1,0	100,00	10,00	20,0
1,3183	1,1482	1,2	158,49	12,589	22,0
1,3804	1,1749	1,4	251,19	15,849	24,0
1,4454	1,2023	1,6	398,11	19,953	26,0
1,5136	1,2303	1,8	630,96	25,119	28,0
1,5849	1,2589	2	1.000,0	31,623	30,0
1,6595	1,2882	2,2	1.584,9	39,811	32,0
1,7378	1,3183	2,4	2.511,9	50,119	34,0
1,8197	1,3490	2,6	3.981,1	63,096	36,0
1,9055	1,3804	2,8	6.309,6	79,433	38,0
1,9953	1,4125	3,0	$10^4$	100,00	40,0
2,2387	1,4962	3,5	$1,5849 \times 10^4$	125,89	42,0
2,5119	1,5843	4,0	$2,5119 \times 10^4$	158,49	44,0
2,8184	1,6788	4,5	$3,9811 \times 10^4$	199,53	46,0
3,1623	1,7783	5,0	$6,3096 \times 10^4$	251,19	48,0
3,5481	1,8836	5,5	$10^5$	316,23	50,0
3,9811	1,9953	6,0	$1,5849 \times 10^5$	398,11	52,0
5,0119	2,2387	7,0	$2,5119 \times 10^5$	501,19	54,0
6,3096	2,5119	8,0	$3,9811 \times 10^5$	630,95	56,0
7,9433	2,8184	9,0	$6,3096 \times 10^5$	794,33	58,0
10,00	3,1623	10,0	$10^6$	1.000,0	60,0
12,589	3,5481	11,0	$10^7$	3.162,3	70,0
15,849	3,9811	12,0	$10^8$	10.000	80,0
19,953	4,4668	13,0	$10^9$	31.623	90,0
25,119	5,0119	14,0	—	100.000	100,0
31,623	5,6234	15,0	$10^{10}$		



## ANEXA 2. Corespondența între un tronson de linie electrică și circuitele cu constante concentrante

În fig. A.1 este dată corespondența între un tronson de linie electrică de lungime  $0 \dots \lambda/2$  și circuitele cu constante concentrante.

Aceeași corespondență este valabilă în continuare și pentru tronsoane mai lungi de  $\lambda/2$ , cu mențiunea că pentru stabilirea ei nu se ține seama de numărul de  $\lambda/2$  întregi pe care îl conține tronsonul.

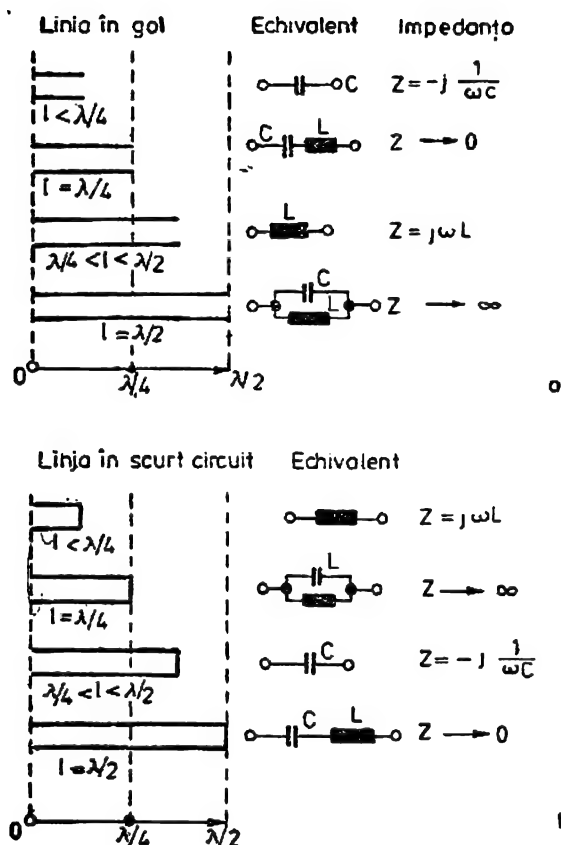


Fig. A.1. Circuitele cu constante concentrante echivalente unui tronson de linie electrică: *a* — linie în gol; *b* — linie în scurtcircuit.

## ANEXA 3. Lungimea fizică a tronsonului de cablu de lungime $\lambda/2$

Întrucât în practica recepției TV la mare distanță se utilizează mult tronsoane de cablu de  $\lambda/2$  (sau în alte rapoarte ușor de dedus din  $\lambda/2$ ) iar dimensiunea fizică a tronsonului este mai mică decât valoarea  $\lambda/2$  în vid

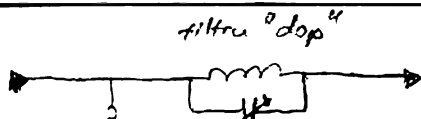
(factorul de scurtare:  $\frac{1}{\sqrt{\epsilon_r}}$ ), în tabelul A.2 sînt date lungimile fizice ale tronsoanelor de cablu coaxial în  $\lambda/2$  corespunzătoare canalelor de TV FIF și UIF din norma OIRT, iar tabelul A.3 lungimile fizice ale tronsoanelor de cablu bifilare în  $\lambda/2$  corespunzătoare aceluiași canale.

**Tabelul A.2. Lungimea fizică a tronsonului de cablu coaxial  $\lambda/2$  corespunzător canalelor de TV din norma OIRT**

Canal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
$l$ (mm)	1.870	1.584	1.230	1.119	1.026	558	530	510	489	470	453	437		
Canal	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
$l$ (mm)	209	205	202	199	196	193	190	871	184	181	179	177	174	171
Canal	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
$l$ (mm)	169	167	164	162	160	158	156	154	152	150	149	147	145	143
Canal	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60		
$l$ (mm)	141	140	139	137	135	134	133	131	130	128	127	126		

**Tabelul A.3. Lungimea fizică a tronsonului de cablu bifilar  $\lambda/2$  corespunzător canalelor de TV din norma OIRT**

Canal	1		2		3		4		5		6		7		8							
<i>l</i> (mm)	2.323		1.967		1.528		1.390		1.274		693		658		633							
Canal	9			10			11			12			21			22			23			
<i>l</i> (mm)	607			584			563			543			260			255			251			
Canal	24		25		26		27		28		29		30		31		32		33		34	
<i>l</i> (mm)	247		243		240		236		232		229		225		222		219		216		213	
Canal	35		36		37		38		39		40		41		42		43		44		45	
<i>l</i> (mm)	210		207		204		201		199		196		194		191		189		186		185	
Canal	46		47		48		49		50		51		52		53		54		55		56	
<i>l</i> (mm)	183		180		178		175		173		172		170		168		166		165		163	
Canal	57		58		59		60															
<i>l</i> (mm)	161		159		158		157															



## ANEXA 4. Atenuatoare rezistive în $\pi$ .

Atenuatoarele rezistive în  $\pi$  au schema dată în fig. A.2 iar valorile rezistențelor din schemă sînt date în tabelul A.4 pentru cazul în care atenuatorul lucrează pe impedanțe de intrare și ieșire de 75 ohmi, situația curentă în instalațiile de recepție la mare distanță.

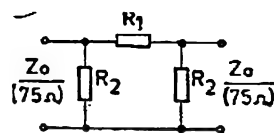


Fig. A.2. Atenuator rezistiv în „ $\pi$ ”.

Tabelul A.4. Valorile rezistențelor atenuatorului în  $\pi$  în funcție de atenuare

Atenuarea (dB)	3	6	10	20
$R_1$ (ohmi)	27	56	106	372
$R_2$ (ohmi)	438	227	145	91

## ANEXA 5. Corespondența între coeficientul de reflexie ( $\rho$ ), factorul de undă staționară ( $\sigma$ ) și raportul între unda directă și reflectată (în dB)

Cu oricare dintre cei trei parametri se poate caracteriza adaptarea impedanțelor diferitelor circuite. Corespondența între ei este dată în tabelul A5.

Tabelul A.5. Corespondența între  $\rho$ ,  $\sigma$  și raportul între unda directă și cea reflectată

$\rho$	$\sigma$	$\frac{U_d}{U_r}$ (dB)	$\rho$	$\sigma$	$\frac{U_d}{U_r}$ (dB)
0,0010	1,002	60	0,3162	1,92	10
0,0032	1,006	50	0,3548	2,10	9
0,0051	1,010	46	0,3981	2,32	8
0,0079	1,016	42	0,4467	2,62	7
0,0100	1,020	40	0,4732	2,80	6,5
0,0126	1,027	38	0,5012	3,01	6
0,0158	1,032	36	0,5309	3,26	5,5
0,0200	1,041	34	0,5623	3,57	5
0,0251	1,051	32	0,5957	3,95	4,5
0,0316	1,066	30	0,6310	4,42	4
0,0398	1,083	28	0,6683	5,03	3,5
0,0501	1,105	26	0,7079	5,85	3
0,0631	1,136	24	0,7413	6,73	2,6
0,0794	1,170	22	0,7586	7,29	2,4
0,1000	1,22	20	0,7762	7,94	2,2
0,1259	1,29	18	0,7943	8,73	2
0,1585	1,37	16	0,8318	10,90	1,6
0,1995	1,50	14	0,8710	14,50	1,2
0,2512	1,67	12	0,8913	17,41	1

## ANEXA 6. Valorile normalizate ale condensatoarelor și rezistențelor

Valorile normalizate ale condensatoarelor și rezistențelor funcție de clasa de toleranță sint date în tabelul A.6. Trebuie menționat faptul că valorile întregii game de fabricație se obțin prin divizarea sau multiplicarea valorilor din tabel cu puterile lui 10.

Tabelul A.6

<i>E</i> 24 Toleranța ±5%	<i>E</i> 12 Toleranța ±10%	<i>E</i> 6 Toleranța ±20%
1,0	1,0	1,0
1,1		
1,2	1,2	
1,3		
1,5	1,5	1,5
1,6		
1,8	1,8	
2,0		
2,2	2,2	2,2
2,4		
2,7	2,7	
3,0		
3,3	3,3	3,3
3,6		
3,9	3,9	
4,3		
4,7	4,7	4,7
5,1		
5,6	5,6	
6,2		
6,8	6,8	6,8
7,5		
8,2	8,2	
9,1		

## ANEXA 7. Caracteristicile conductoarelor de cupru uzuale

În tabelul A.7 se dau caracteristicile tehnice ale celor mai des utilizate conductoare de cupru în practica recepției TV.

Tabelul A.7.

$\varnothing$ (mm)		S (mm <sup>2</sup> )	I <sub>max</sub> (mA)	Nr. spire/cm <sup>2</sup> (pt. traie)	
fără izol.	cu izol.			cu izol. între straturi	fără izol. între straturi
0,05	0,063	0,00196	7	13.250	16.150
0,07	0,092	0,00335	12	8.330	9.700
0,1	0,123	0,00785	24	4.460	6.100
0,12	0,149	0,01131	34	3.190	4.210
0,15	0,18	0,01767	53	2.260	2.280
0,18	0,21	0,02545	76	1.730	2.050
0,2	0,231	0,03142	94	1.465	1.715
0,22	0,255	0,03801	115	1.210	1.460
0,25	0,285	0,04909	147	978	1.140
0,28	0,317	0,06158	188	813	925
0,3	0,337	0,07069	215	722	807
0,35	0,394	0,09621	293	530	594
0,4	0,444	0,1257	315	350	470
0,45	0,501	0,159	400	277	371
0,5	0,551	0,1964	490	224	300
0,55	0,639	0,2376	590	190	245
0,6	0,639	0,2827	650	162	209
0,65	0,709	0,3312	760	142	180
0,7	0,759	0,3848	880	125	153
0,8	0,872	0,5027	1.150	95,5	127
0,9	0,972	0,6362	1.450	78	93
1	1,027	0,7854	1.800	65	75
1,2	1,291	1,131	2.600	40,5	52
1,5	1,595	1,767	3.500	26,5	33,5
2	2,1	3,142	6.300	15,5	19

## ANEXA 8. Dimensionarea bobinelor de inductanță mică

Multe dintre circuitele acordate din montajele de FIF și UIF conțin bobine ale căror inductanțe sînt mai mici de 1  $\mu$ H.

Intrucît dimensionarea acestora este mai greu de făcut cu formulele clasice, în figurile A.3 A.4 și A.5 se dau trei variante constructive pentru obținerea unor bobine de inductanță mică și foarte mică.

În fig. A.3 se dă numărul de spire — funcție de inductanță pentru bobinele realizate pe aer, spiră lîngă spiră, din conductor emailat  $\varnothing$  0,5 mm pe

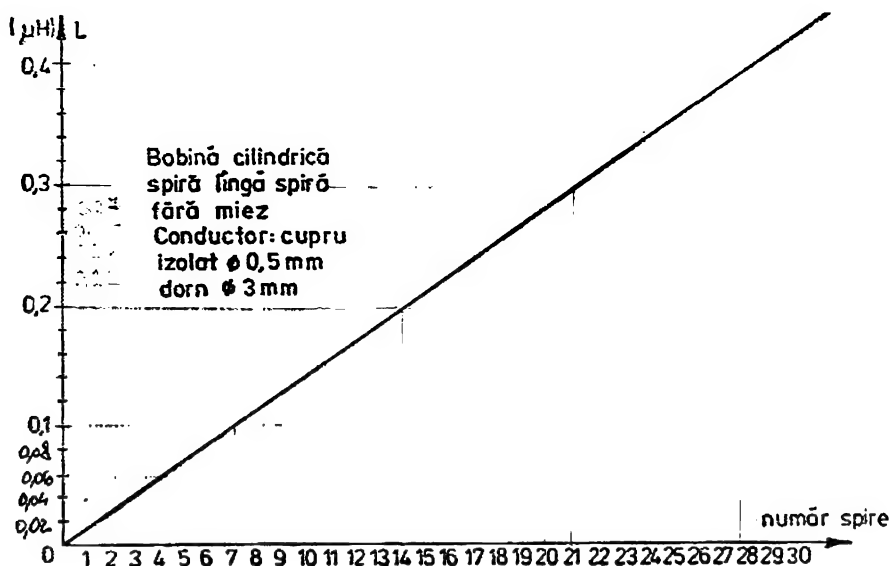


Fig. A.3. Numărul de spire funcție de inductanță la o bobină fără miez din conductor din cupru email Ø 0,5 mm bobinată pe dorn Ø 3.

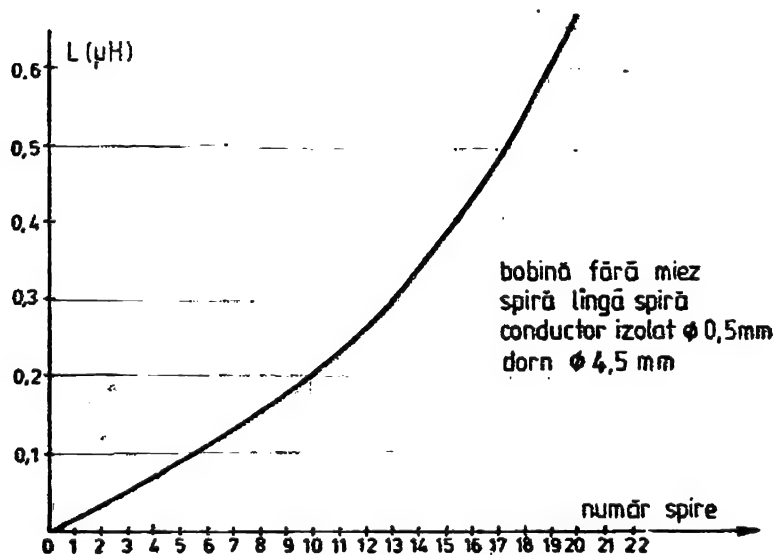


Fig. A.4. Numărul de spire funcție de inductanță la o bobină fără miez din conductor din cupru email Ø 0,5 mm, bobinată pe dorn Ø 4,5 mm.

dorn Ø 3 mm. În fig. A.4. se dă numărul de spire — funcție de inductanță pentru același tip de bobine cilindrice dar bobinate pe un dorn de 4,5 mm.

În fig. A.5 se dă corespondența între lungimea unui conductor din cupru Ø 0,5 mm și inductanța sa corespunzătoare.

Cele trei nomograme au fost verificate experimental, ele putînd fi utilizate la realizarea practică a bobinelor de radiofrecvență.

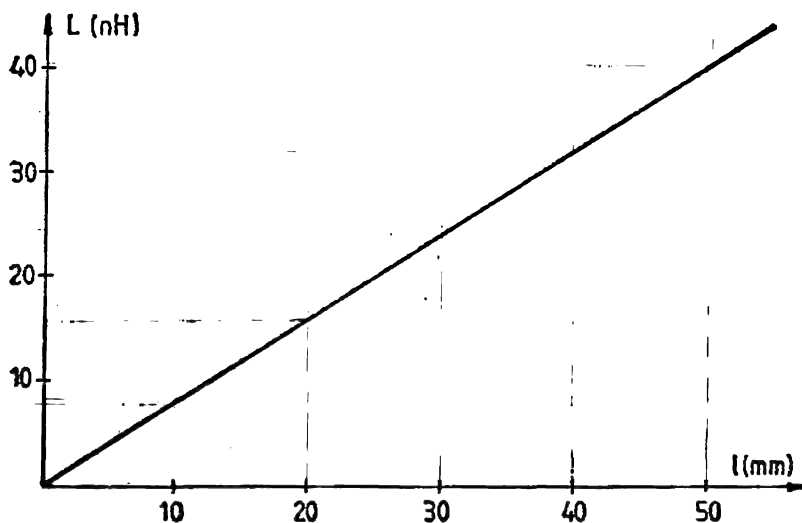


Fig. A.5. Inductanța funcție de lungime a unui conductor din cupru  
 $\varnothing$  0,5 mm.

## ANEXA 9. Principalele caracteristici ale tranzistoarelor de radio-frecvență utilizate în instalațiile de recepție TV la mare distanță

În tabelul A.8 se dau principalii parametri tehnici ai celor mai uzuale tranzistoare bipolare utilizate în instalațiile de recepție TV la mare distanță.

În figurile A.6, A.7, A.8, A.9 și A.10 se dau capsulele tranzistoarelor respective. Ultimele tranzistoare din tabel, realizate în capsulă SOT—23 (fig. A.10) sînt date cu titlu pur informativ, întrucît ele sînt utilizate numai în montaje profesionale și semiprofesionale la realizarea cărora se folosesc tehnologii speciale inaccesibile amatorilor.

Cu privire la tabelul A.8, pentru o utilizare corectă a datelor din el trebuie ținut seama de cîteva amănunte:

— valorile maxime admise sînt valori ale parametrilor respectivi care pun în pericol viața tranzistorului atunci cînd chiar numai una dintre ele este depășită. De exemplu, depășirea tensiunii emitor colector chiar în condiția unui curent de colector foarte mic și a unei puteri totale mici (mult sub valorile admise) poate duce la distrugerea tranzistorului. Acesta este unul dintre cazurile uzuale din practica amatorilor în care tranzistorul se distruge deși polarizarea sa în curent continuu este corectă. Distrugerea se datorează apariției unor oscilații care suprapuse peste tensiunea de polarizare emitor-colec-

Tablul A. 8. Tranzistoare bipolare utilizate uzual în amplificatoare de antenă FIF și UIF

Nr. ord.	Tranzistor	Tip	Valori maxime admise					Caracteristici la 25°C					Capacita	Domeniul și mod uzual de utilizare b = bază comună e = emitor comun
			$U_{CE}$ (V)	$I_C$ (mA)	$P_{tot}$ (mW)	$F$ (dB)	$F_T$ (GHz)	$C_p$ (pF)	$I_O$ (mA)	$U_{CE}$ (V)	$f$ (MHz)			
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	AF 106	PNP	18	25	800	≤ 7,5	≥ 0,25	≥ 14	3	10	200	TO-72 (fig. A.6. a)	FIF-b	
2	AF 109R	PNP	15	20	300	≤ 5	≥ 0,3	≥ 13	3	10	200	TO-72 (fig. A.6. a)	FIF-b	
3	AF 139	PNP	15	20	800	≤ 7	≥ 0,6	≥ 10	2	10	800	TO-72 (fig. A.6. a)	FIF-UIF-b	
4	AF-239	PNP	15	20	800	≤ 7	≥ 0,6	≥ 9	2	10	800	TO-72 (fig. A.6. a)	FIF-UIF-b	
5	AF 240	PNP	15	20	300	≤ 6	≥ 0,55	≥ 11	2	10	800	TO-72 (fig. A.6. a)	FIF-UIF-b	
6	BF 180	NPN	20	20	150	≤ 7	≥ 0,75	≥ 10	2	10	500	TO-72 (fig. A.6. a)	FIF-UIF-b	
7	BF 181	NPN	20	20	150	≤ 7	≥ 0,6	≥ 10	2	10	800	TO-72 (fig. A.6. a)	FIF-UIF-b	
8	BF 182	NPN	20	20	200	≤ 4	≥ 0,6	≥ 12	3	10	100	TO-72 (fig. A.6. a)	FIF-b	
9	BF 183	NPN	20	20	200	≤ 4	≥ 0,8	≥ 12	2	10	100	TO-72 (fig. A.6. a)	FIF-b	
10	BF 200	NPN	20	20	150	≤ 5	≥ 0,5	≥ 14	2	10	200	TO-72 (fig. A.6. a)	FIF-b	
11	BF 212	NPN	20	20	200	≤ 5	≥ 0,9	≥ 12	2	10	800	TO-72 (fig. A.6. a)	FIF-UIF-b	
12	BF 213	NPN	20	20	200	≤ 5	≥ 0,8	≥ 12	2	10	800	TO-72 (fig. A.6. a)	FIF-UIF-b	
13	BF 214	NPN	30	30	160	—	≥ 0,15	—	1	10	100	TO-72 (fig. A.6. a)	FIF-b	
14	BF 215	NPN	30	30	160	—	≥ 0,2	—	1	10	100	TO-72 (fig. A.6. b)	FIF-b	
15	BF 254	NPN	30	30	160	—	≥ 0,15	—	1	10	100	TO-92 (fig. A.7. b)	FIF-b	
16	BF 255	NPN	30	30	160	—	≥ 0,2	—	1	10	100	TO-92 (fig. A.7. b)	FIF-b	
17	BF 272A	PNP	35	20	200	≤ 5	≥ 0,7	≥ 13	3	10	500	TO-72; (fig. A.6. a)	FIF, UIF-b	
18	BF 316A	PNP	35	20	200	≤ 5,5	≥ 0,6	≥ 10	3	10	800	TO-72 (fig. A.6. a)	FIF, UIF-b	
19	BF 506	PNP	35	30	250	≤ 4	≥ 0,4	≥ 14	2	10	200	TO-72 (fig. A.7. a)	FIF-b	
20	BF 509	PNP	35	30	250	≤ 4	≥ 0,5	≥ 15	3	10	200	TO-72 (fig. A.7. a)	FIF, UIF-b	
21	BF 516	PNP	30	20	200	≤ 6	≥ 0,5	≥ 11	3	12	200	TO-72 (fig. A.6. a)	FIF, UIF-b	
22	BF 914	PNP	35	30	250	≤ 4,5	≥ 0,5	≥ 10	3	10	200	TO-92 (fig. A.7. a)	FIF-b, e, UIF-b	



Tabelul A 8 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
23	BF 178	NPN	25	25	250	≤ 6	≥ 0,55	≥ 26	6	10	36	TO-72 (fig. A.6. b)	FIF-ø
24	BF 199	NPN	25	25	500	≤ 5	≥ 0,55	≥ 30	7	10	35	TO-92 (fig. A.7. b)	FIF-ø
25	BFX 89	NPN	30	25	200	≤ 5	≥ 1	≥ 15	2	5	800	TO-72 (fig. A 6 a)	FIF-ø
26	BFY 90	NPN	30	25	200	≤ 5	≥ 1,2	≥ 18	2	5	800	TO-72 (fig. A.6. a)	FIF, UIF-ø
27	2N 4957	PNP	25	30	150	≤ 5,5	≥ 1	≥ 10	3	10	800	TO-72 (fig. A.6. a)	FIF, UIF-ø
28	2N 4958	PNP	25	30	150	≤ 5,5	≥ 0,8	≥ 10	3	10	800	TO-73 (fig. A.6. a)	FIF, UIF-ø
29	BF 479	PNP	25	50	170	≤ 5,5	≥ 1	≥ 12	3	10	800	T-plast; fig. A.8. a)	FIF, UIF-ø
30	BF 479S	PNP	25	50	170	≤ 4,5	≥ 1	≥ 12,5	3	10	800	T-plast; fig. A.8. a)	FIF, UIF-ø
31	BFW 16A	NPN	25	150	700	≤ 6	≥ 0,6	≥ 10	30	15	200	TO-39 (fig. A.9)	FIF-ø
32	BFW 17A	NPN	25	150	700	≤ 6	≥ 0,55	≥ 10	30	15	200	TO-39 (fig. A.9)	FIF-ø
33	BFQ 69	NPN	15	30	200	≤ 1,5	≥ 5,5	≥ 15	5	10	800	T-plast; (fig. A.8. b)	FIF, UIF-ø
34	BER 34A	NPN	12	30	200	≤ 2	≥ 5	≥ 14	2	6	800	T-plast; (fig. A 8 b)	FIF, UIF-ø
35	BER 90	NPN	15	30	200	≤ 2	≥ 5	≥ 14	2	6	800	T-plast; (fig. A.8. b)	FIF, UIF-ø
36	BFR 91	NPN	15	50	250	≤ 1,9	≥ 5	≥ 16	2	5	500	T-plast; (fig. A.8. b)	FIF, UIF-ø
37	BFR 91A	NPN	12	50	300	≤ 1,6	≥ 6	≥ 14	4	8	800	T-plast; (fig. A.8. b)	FIF, UIF-ø
38	BFR 96	NPN	15	90	500	≤ 3,8	≥ 5	≥ 10	50	10	800	T-plast; (fig. A.8. b)	FIF, UIF-ø
39	BFT 97	NPN	15	80	250	≤ 2,8	≥ 5	≥ 13	10	8	800	T-plast; (fig. A.8. b)	FIF, UIF-ø
40	BFT 97	NPN	15	30	200	≤ 1,8	≥ 4,8	—	4	6	800	T-plast; (fig. A.8. b)	FIF, UIF-ø
41	BFW 92	NPN	15	25	200	≤ 3,8	≥ 2,5	≥ 11	2	5	800	T-plast; (fig. A.8. b)	FIF, UIF-ø
42	BFQ 81	NPN	16	30	280	≤ 1,4	≥ 5,8	≥ 15	5	10	800	SOT-28 fig. A.10	—
43	BFR 35AP	NPN	12	30	280	≤ 1,5	≥ 6	≥ 14	2	6	800	SOT-23; fig. A.10	—
44	BFR 92P	NPN	15	30	280	≤ 2	≥ 5	≥ 14	2	6	800	SOT-23; fig. A.10	—
45	BFP 35A	NPN	12	30	280	≤ 1,5	≥ 4,9	≥ 14	2	6	800	SOT-23; fig. A.10	—
46	BFP 81	NPN	16	80	300	≤ 1,4	≥ 5,8	≥ 15	5	10	800	SOT-23; fig. A.10	—

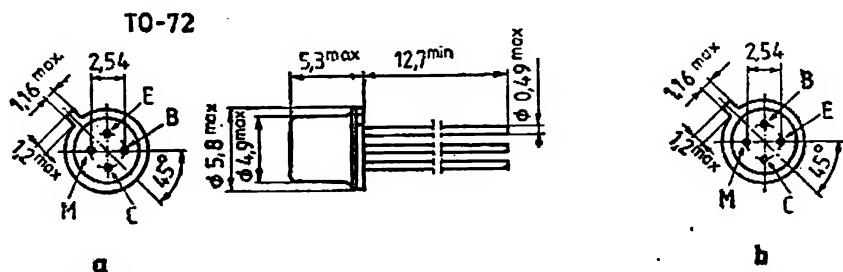


Fig. A.6. Capsula TO-72:  
*a* — montaj bază comună;  
*b* — montaj emitor comun.

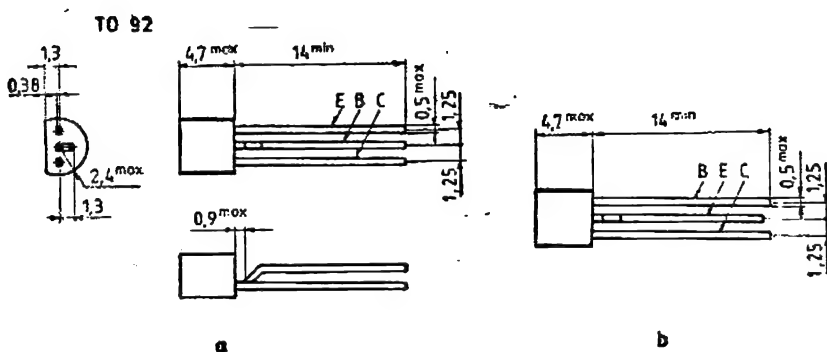


Fig. A.7

Fig. A.7. Capsula TO-92:  
*a* — montaj bază comună;  
*b* — montaj emitor comun.

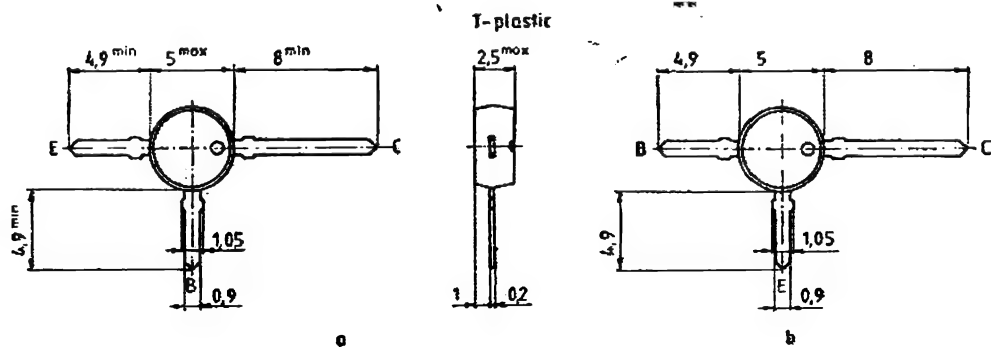
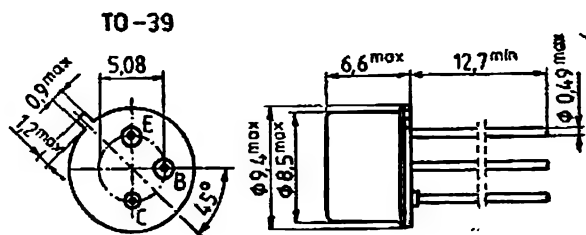


Fig. A.8. Capsula T — plastic:  
*a* — montaj bază comună;  
*b* — montaj emitor comun.



Colector la masa

Fig. A.9. Capsula TO-39.

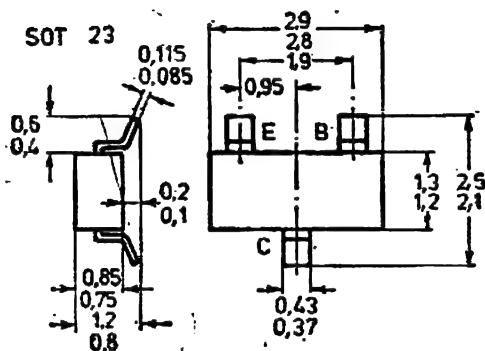


Fig. A.10. Capsula SOT-23.

tor fac ca în anumite momente valoarea instantanee a acestei tensiuni să depășească valoarea maximă admisibilă;

— valorile factorului de zgomot ( $F$ ), a frecvenței de tranziție ( $f_T$ ) și a câștigului în putere ( $G_p$ ) sînt cele minime asigurate de către producător. În general, tranzistoarele uzuale au valorile cu circa 30% mai bune decît cele date în tabel (cazul tranzistoarelor de la pozițiile 1...32);

— valorile curentului de colector ( $I_c$ ), ale tensiunii colector emitor ( $U_{CE}$ ) și ale frecvenței ( $f$ ) din coloanele 9, 10 și 11 din tabel corespund condițiilor în care au fost măsurate factorul de zgomot ( $F$ ) și în mare majoritate a cazurilor și câștigul în putere ( $G_p$ ). Din acest motiv, în cazul în care zgomotul etajului realizat cu tranzistorul respectiv este important (este primul amplificator din lanț) tranzistorului trebuie să i se asigure punctul de funcționare din tabel;

— la aprecierea corectă a factorului de zgomot trebuie avută totdeauna în vedere valoarea frecvenței la care s-a făcut măsurarea, știind că valoarea factorului de zgomot crește rapid cu creșterea valorii frecvenței. Ca exemplu, se poate lua cazul tranzistoarelor BF 200 și BF 180.

În practica construcțiilor de amplificare de antenă, cu cele două tranzistoare în gama de FIF se obțin rezultate asemănătoare, deși valoarea factorului de zgomot al tranzistorului BF 180 este mai mare decît al tranzisto-

rului BF 200. În realitate, din tabel reiese (vezi coloana 11) că factorul de zgomot ( $F$ ) a fost măsurat la frecvențe diferite (spre capătul superior al gamei de frecvențe de utilizare), în gama de FIF valoarea sa fiind practic aceeași la cele două tranzistoare. Același lucru este valabil și pentru tranzistoarele BF 272A și BF 509.

În tabelul A.9 sint date performanțele tranzistoarelor MOS-FET dublă poartă utilizate curent în amplificatoarele de antenă, iar în fig. A.11 este dată capsula utilizată la aceste tranzistoare.

Tabelul A.9. Tetrodele MOS-FET utilizate curent în amplificatoarele de antenă

Nr. crt.	Tip	Canal	Valori maxime admise					$U_{DS} = 15 \text{ V}; U_{G2S} = 4 \text{ V}; \text{ temperatura } 25^\circ\text{C}$		
			$P_{\text{tot}}^{(250)}$ (mW)	$U_{DS}$ (V)	$I_D$ (mA)	$I_{G1}$ (mA)	$I_{G2}$ (mA)	$S$ mA/V	$C_{G1S}$ (pF)	$f = 200 \text{ MHz}$ $G_p$ (dB) $F$ (dB)
1	BF 960	N	200	20	30	10		12	1,7	20    2,8
2	BF 961	N	200	20	30	10		14	3,7	21    2
3	BF 963	N	330	20	50	10		25	6	25    1,8
4	BF 964	N	225	20	30	10		17	3	25    -1,5
5	BF 966	N	225	20	30	10		15	2,2	25    1,5
6	BF 980	N	225	18	30	10		19	2,6	30    2,8
7	BF 981	N	225	20	20	10		14	2,1	26    1,5

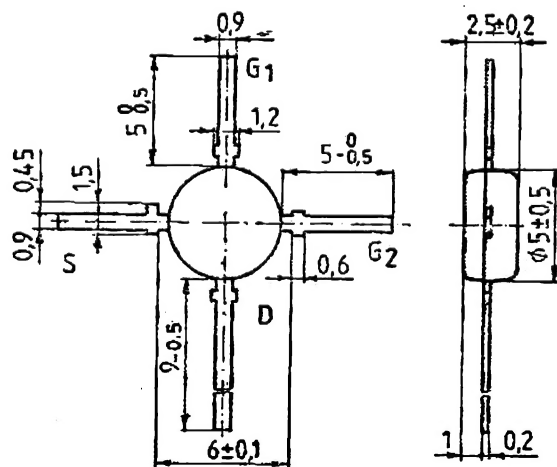


Fig. A.11. Capsula TO-50 utilizată la tetrodele MOS-FET de radiofrecvență.

## ANEXA 10. Posibilitățile de conversie ale canalelor TV UIF în canalele TV din banda 3 FIF.

Cel mai des caz întâlnit în practica conversiei de canale TV este acela în care un canal din gama de UIF este convertit într-un canal din gama de FIF (în special un canal din banda 3 FIF).

În realitate conversia nu poate fi făcută la întâmplare și în acest sens, funcție de canalul convertit (UIF) și de canalul în care se face conversia apar 3 situații:

- conversie fără restricții;
- conversie imposibilă;
- conversie posibilă, însă care perturbă alte canale UIF.

Pentru cazul în discuție, conversia UIF-FIF (banda 3), posibilitățile de convertire sînt date în tabelul A.10.

*Tabelul A.10. Posibilitățile de conversie UIF-banda 3 FIF*

Canal UIF Canal FIF	6	7	8	9	10	11	12
21	K36	K34	K32	K29, 30	K27	NU	NU
22	K38	K36	K34	NU	K29	K27	NU
23	K40	K38	K36	K32, 33	K31	K29	K27, 28
24	K42	K40	K38	K35	NU	K31	K29, 30
25	K44	K42	K40	K37	K35	K33	K31, 32
26	K46	K44	K42	K39	K37	NU	K33, 34
27	NU	K46	K44	K41	K39	K37	K35, 36
28	NU	K48	K46	K43	K41	K39	NU
29	NU	NU	K48	K45	K43	K41	K39, 40
30	NU	NU	K50	K47	K45	K43	K41, 42
31	NU	NU	K52	K49	K47	K45	K43, 44
32	K58	NU	NU	K51	K49	K47	K45, 46
33	K60	K58	NU	K53	K51	K49	K47, 48
34		K60	NU	K55	K53	K51	K49, 50
35			NU	NU	K55	K53	K51, 52
36				NU	K57	K55	K53, 54
37				NU	K59	K57	K55, 56
38				NU		K59	K57, 58
39				NU			K59, 60
40					NU		
41					NU		

Tabelul A.10. (continuare)

Canal UI F Canal FIF	6	7	8	9	10	11	12
42	NU				NU		
43	K21				NU	NU	
44	K22	K21				NU	
45	K23	NU	K21			NU	NU
46	K24	K23	K22	K21		NU	NU
47	K25	K24	NU	K21, 22	K21		NU
48	K26	K25	K24	K22, 23	K21, 22	K21	NU
49	K27	K26	K25	K23, 24	K22, 23	K21, 22	K21
50	K28	K27	K26	K24, 25	K23, 24	K22, 23	K21, 22
51	K29	K28	K27	K25, 26	K24, 25	K23, 24	K22, 23
52	K30	K29	K28	NU	K25, 26	K24, 25	K23, 24
53	K31	K30	K29	NU	K26, 27	K25, 26	K24, 25
54	K32	K31	K30	K28, 29	K27, 28	K26, 27	K25, 26
55	K33	K32	K31	K29, 30	NU	K27, 28	K26, 27
56	K34	K33	K32	K30, 31	NU	K28, 29	K27, 28
57	K35	K34	K33	K31, 32	K30, 31	K29, 30	K28, 29
58	K36	K35	K34	K32, 33	K31, 32	NU	K29, 30
59	K37	K36	K35	K33, 34	K32, 33	K31, 32	K30, 31
60	K38	K37	K36	K34, 35	K33, 34	K32, 33	NU

K . . . .

Canal perturbat

NU

Conversie imposibilă

Conversie posibilă fără perturbarea altor canale

## BIBLIOGRAFIE

- [1] Gh. Cartianu — Analiza și sinteza circuitelor electronice, Ed. Didactică și Pedagogică București, 1971.
- [2] R. Bunney — A TV.-DX-ers Handbook — Ed. Bernard Babani LTD-1986.
- [3] J.N. Slater, L.A. Trinoga — Satellite Broadcasting systems — Ed. Ellis Harwood LTD — Chichester — 1986.
- [4] M. Česky — Přijem rozhlasu a televize — Ed. SNTL—RSC — 1983.
- [5] Philips Technical publication 229 — Indoor unit for satellite ready TV — 26 ian. 1987.
- [6] M. Bășoiu, M. Bășoiu — Recepția de calitate TV — Ed. Tehnică — București, 1983.
- [7] E. Spindler — Antene. Seria Practică, Ed. Tehnică București.